Rev
6375

S-R

HARVARD UNIVERSITY

LIBRARY

OF THE

Museum of Comparative Zoology

REVUE

DES

SCIENCES NATURELLES

Montpellier. — Typographie et Lithographie de Boehm et Fils.

REVUE

DES

SCIENCES NATURELLES

FONDÉE A MONTPELLIER PAR

M. E. DUBRUEIL

PUBLIÉE SOUS LA DIRECTION DE

MM. FLAHAULT, E. PLANCHON, P. de ROUVILLE, A. SABATIER,

AVEC LA COLLABORATION DE

MM. **Andouard,— Baillon,— Barthélemy,— Baudon,— Bavay,— Bleicher,— Bonneau,— Cazalis de Fondouce** (P.), **— Collot,— Contejean,— Corre** (A.),**— Courchet,— Dieulafait,— Doûmet-Adanson, — Drouët, — Durand, — Estor, — Fabre** (G.), **— Faure** (A.),**—F. Fontannes,— Forel,— Genevier,— Giard** (A.), **— Giltay, — Heckel, — Hesse, — Jobert, — Joly,— Jordan, —Jourdain,— Lichtenstein** (J.), **— Loret, — Marchand** (Léon), **—Marès** (P.), **— Martins** (Ch.), **— Matheron, — Miergues, — Peccadeau de l'Isle, — Perrier, — Planchon** (G.), **— Robin, — De Saint-Simon, — De Saporta, — Senoner,— De Seynes, — Sicard** (H.), **— Vaillant** (L.), **— Valéry-Mayet, — Vieillard, — Vézian,** etc.

HARVARD UNIVERSITY LIBRARY

LIBRARY MUS. COMP. ZOÖLOGY, CAMBRIDGE, MASS.

3e SÉRIE.— TOME III. N° 1.

MONTPELLIER

BOEHM ET FILS, IMPRIMEURS-ÉDITEURS, RUE D'ALGER, 10.

CAMILLE COULET, LIBRAIRE-ÉDITEUR, GRAND'RUE, 5.

PARIS

A. DELAHAYE ET E. LECROSNIER, PLACE DE L'ÉCOLE-DE-MÉDECINE.

HARVARD
UNIVERSITY
LIBRARY

S-R

JUL 28 1892

Museum of Compr. Zoöl.

REVUE
DES SCIENCES NATURELLES

MÉMOIRES ORIGINAUX.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES GLOBULES POLAIRES ET DES ÉLÉMENTS DE L'ŒUF EN GÉNÉRAL

Par M. A. SABATIER.

PREMIÈRE PARTIE

La question de l'origine, de la nature et de la signification des globules polaires, est une de celles qui dans le cours de ces dernières années ont donné lieu à des interprétations et à des solutions aussi nombreuses que contradictoires et variées. Il est bien évident pour tout naturaliste qui s'est occupé de ce point obscur de la science, que la lumière n'est certes pas encore faite sur cette intéressante question, et qu'il importe, pour la connaissance générale des lois de la reproduction et du développement, qu'un phénomène, si général qu'il se rencontre dans presque tous les groupes, trouve une explication rationnelle et une interprétation basée sur un nombre suffisant de faits bien observés.

Je n'ai pas l'intention, dans ce Mémoire, de faire un exposé complet des idées émises sur le mode de formation et sur la nature des globules polaires et d'en discuter la valeur. Cela m'entraînerait beaucoup trop loin. Je désire seulement aujourd'hui communiquer quelques réflexions qui m'ont été inspirées par des observations qui m'ont semblé dignes de quelque intérêt.

Depuis que Robin a décrit avec tant de soin les globules polaires multiples des œufs d'insectes, des doutes se sont élevés sur l'homologie de ces corps cellulaires avec les corps désignés sous le même nom chez les animaux des autres classes, et en particulier chez les mollusques et chez les vers, et auxquels on a donné aussi les noms de globules directeurs, vésicules de direction, corpuscules de rebut. Presque tous les embryologistes tendent à séparer nettement ces deux ordres de production, quelque complète et parfaite que soit leur ressemblance. Le fait sur lequel on se base pour opérer cette séparation, et auquel on ajoute une importance *capitale*, c'est que les corpuscules de rebut ou globules directeurs se détruisent et ne prennent aucune part à la formation de l'embryon, tandis que les globules polaires ou cellules polaires des insectes persistent, pénètrent dans l'œuf en voie de développement, et prennent *probablement* une part active à la formation de l'embryon. Le rôle ultérieur joué par ces éléments reconquis par l'œuf a été jusqu'à présent entouré d'une obscurité complète pour la plupart des observateurs. Weissmann, à qui l'embryologie des insectes doit ses plus grands progrès, avoue, dans un Mémoire de publication récente [1], qu'après avoir observé chez une espèce de *Chironomus* la pénétration des cellules polaires dans la profondeur de l'œuf à travers les cellules du blastoderme pendant la formation de la bandelette embryonnaire, il n'a pu les suivre dans leur destinée ultérieure. Metschnikoff, Leuckart, Balbiani, seuls, ont assigné à ces cellules un rôle défini dans les phénomènes organogéniques. Le premier étudiant, en 1866, le développement des larves vivipares des Cecidomyies (*Miastor*), fut amené à considérer les cellules polaires comme les rudiments de la glande germinative ou germigène dans laquelle se forment les larves filles vivantes qui peuvent également se reproduire par le même procédé.

M. Balbiani, de son côté, dans une Note insérée dans les Com-

---

[1] A. Weissmann; *Beiträge zür Kenntniss der ersten. Entwicklungs vorgänge im Insektenei.* Bonn, 1882.

ptes rendus de l'Institut, le 13 novembre 1882 [1], avance avoir observé sur le Chironomus que les globules ou cellules polaires ne se confondent en aucune manière avec celles de la membrane blastodermique, mais que ces cellules, refoulées contre l'enveloppe extérieure de l'œuf par l'allongement du vitellus, sont reçues dans un léger enfoncement ou invagination du blastoderme. Par les progrès de l'invagination, la masse formée par les cellules polaires se place entre le rudiment caudal et la face ventrale de l'œuf, entourée de toutes parts par la substance granuleuse du vitellus. Arrivée là, la masse des cellules polaires se divise en deux groupes égaux. Chacune de ses masses est formée de deux cellules sphériques aplaties à leur surface de contact. Les noyaux prolifèrent, et enfin, au moment de l'éclosion, les deux masses placées de chaque côté du tube digestif, au niveau de la jonction de l'intestin postérieur avec l'intestin moyen, ne sauraient être méconnues comme les organes génitaux de l'animal.

Je ne veux pas m'arrêter trop longuement sur ces résultats, qui sont très dignes de remarque, mais je ferai seulement observer combien ils apporteraient de l'appui à la théorie de Nussbaum [2], qui veut que les cellules ou éléments reproducteurs ne proviennent d'aucun des éléments des feuillets blastodermiques, mais soient séparés directement de l'œuf dès le début de la segmentation ; et j'ajouterai ensuite que, sans méconnaître le crédit qu'il faut légitimement accorder aux observations du Professeur distingué du Collège de France, il est permis de désirer que de nouveaux faits et des observations plus complètes et plus variées viennent établir l'incontestabilité des vues ci-dessus exposées. Il y a en effet dans les observations de M. Balbiani, telles qu'il les rapporte, bien des lacunes et des points obscurs propres à faire naître des doutes dans l'esprit du lecteur.

Weissmann, dans sa récente publication, a vu, chez Chironomus

---

[1] Balbiani ; *Sur la signification des globules polaires des insectes.* Comptes rendus de l'Institut, 13 novembre 1882.

[2] M. Nussbaum ; *Zür Differenzirung des Geschlechts in Thierreich. Archiv. für mikrosk. Anat.*, 1880.

également, les globules polaires pénétrer dans l'œuf à travers les cellules du blastoderme et sans l'*invagination du blastoderme* décrite par Balbiani ; mais en admettant l'existence de l'invagination, il reste à savoir ce que devient cette portion invaginée du blastoderme, puisque d'après l'auteur la masse des cellules polaires est entourée de toute part par la substance granuleuse du vitellus, et puisque, après la division de la masse des cellules en deux, les réactifs ne décèlent aucune membrane d'enveloppe autour de chaque masse. En outre, le processus de séparation de la masse polaire en deux parties égales et celui de réduction des *huit* cellules polaires primitives au nombre de *quatre*, paraissent être restés tout à fait inobservés. Y a-t-il eu disparition de quatre cellules, ou bien y a-t-il eu fusion des cellules deux à deux ? L'un et l'autre processus ne manquerait pas que d'étonner quelque peu dans un organe en voie de formation embryonnaire et dans lequel les éléments cellulaires sont appelés à se multiplier et se multiplient en effet, d'après les observations de Balbiani lui-même. Y aura-t-il eu conjugation ou fécondation préalable entre les huit cellules polaires primitives avant la prolifération des noyaux ? Mais c'est là une hypothèse qui, malgré sa parenté avec les théories de Balbiani sur la formation de l'élément reproducteur, a singulièrement besoin d'être directement observée et solidement démontrée.

Les lacunes que je viens de signaler font naître dans l'esprit tout au moins la présomption qu'il peut s'agir d'une confusion, d'ailleurs très explicable, entre les globules polaires primitifs et les éléments cellulaires qui sont appelés à produire les organes génitaux. La substance granuleuse du vitellus qui entoure de toute part les cellules polaires après leur pénétration à travers le blastoderme, et qui a empêché Weissmann et presque tous les autres observateurs de suivre de l'œil leur destinée ultérieure, la substance granuleuse, dis-je, suffirait amplement à expliquer et à excuser les lacunes de l'observation et la confusion qu'elles auraient pu produire. Jusqu'à plus ample informé et jusqu'à ce que de nouvelles et nombreuses observations aient fait la

lumière sur ce sujet délicat, il me semble permis de penser que les *huit* cellules polaires ont été considérées à tort comme les parents directs des cellules en nombre moindre de *deux*, puis *quatre*, etc., destinées à former les organes reproducteurs, et qui ont pris naissance près du pôle postérieur de l'œuf, c'est-à-dire dans un point voisin de celui où ont pénétré les cellules polaires.

La situation des deux ordres de cellules dans une même région de l'œuf a certainement pu conduire à une confusion que la présence du vitellus granuleux et opaque n'explique que trop bien.

Jusqu'à nouvel ordre donc, je persiste à considérer les cellules polaires des insectes comme dépourvues du rôle si spécial que voudrait leur attribuer Balbiani, et qui établirait entre elles et les globules directeurs ou de rebut des autres animaux une différence si tranchée d'homologie et de signification physiologique.

Ces réflexions et ces réserves étant faites, je désire maintenant examiner si les données autres que celles que je viens de discuter, et sur lesquelles se base la distinction radicale à établir entre les cellules polaires des insectes et les globules directeurs ou de rebut des autres animaux, si ces données, dis-je, ont une valeur réelle, et s'il n'est pas légitime de proposer une interprétation différente des faits.

J'ai déjà dit que l'on considère comme une différence *capitale* entre les deux ordres d'éléments ce fait, que les uns rentrent dans le vitellus et participent à la formation de l'embryon, tandis que les autres sont définitivement exclus. Voyons si cette différence a réellement l'importance considérable qu'on y attache.

Les plus récentes observations à moi connues sur la formation du blastoderme et des globules polaires chez les insectes, se trouvent renfermées dans le Mémoire récent de Weissmann (1882), que j'ai déjà cité. Comme elles émanent d'un des hommes les plus compétents sur la matière, je suis bien aise de les

prendre pour base de l'examen critique que j'ai le propos de faire ici. Suivant ma méthode habituelle, je vais exposer les observations et les vues de Weissmann aussi exactement que possible, en traduisant rigoureusement les passages caractéristiques, et je formulerai ensuite l'interprétation qui me paraît pouvoir être légitimement donnée de ces faits.

Chez deux Cynipides, *Rhodites rosæ* et *Biorhiza aptera*, Weissmann n'a pas observé de globules polaires, pas plus d'ailleurs que chez *Gryllotalpa* ; mais sur une espèce de *Chironomus* il a pu observer la formation des globules polaires, ainsi que celles d'autres éléments dont la signification mérite d'être discutée.

Avant qu'aucun élément du blastoderme fût visible, Weissmann a vu plusieurs fois sur le pôle antérieur de l'œuf, une fois aussi sur le pôle postérieur, de petits corpuscules protoplasmiques appliqués à la surface lisse de la couche extérieure du protoplasma. Dans quelques cas, il a pu observer également leur mode de formation. Il a vu le protoplasma faire sur le pôle antérieur une saillie arrondie, puis s'élever comme un bourgeon et peu à peu se séparer par étranglement de la base.

Dans un cas, il put reconnaître facilement un gros noyau sphérique dans l'intérieur de ce corpuscule, et la cellule ainsi formée se divisa ensuite en deux cellules qui quelques heures après avaient disparu, sans que leur désagrégation et leur dissolution aient été observées. Dans un second cas, il ne put apercevoir un noyau dans le *bourgeon*, ce qui d'ailleurs, ajoute t-il, ne prouve en aucune façon son absence réelle ; et le globule de protoplasme, de forme irrégulière, se divisa bientôt en deux moitiés, pour se fragmenter au bout d'une demi-heure en un groupe de huit corpuscules de différentes grosseurs, qui restèrent encore visibles pendant un quart d'heure appliqués contre le protoplasme de l'œuf, et qui se dissolvirent en uite.

Sur ces éléments de nature cellulaire non douteuse, Weissmann a pu constater des mouvements amœboïdes ; ils pourraient donc ramper sur le bord du vitellus *exactement* comme les véritables *cellules polaires* dont il décrira ultérieurement l'appa-

rition sur l'extrémité postérieure de l'œuf. Aussi l'auteur n'est-il pas entièrement sûr que leur disparition, déjà constatée et signalée plus haut, ne dépende pas de ce qu'elles ont parcouru à la surface de l'œuf une grande distance, et ont ainsi disparu de l'extrémité antérieure de l'œuf. Par là s'expliquerait que dans bien des cas, à une période beaucoup plus tardive du développement, lorsque notamment la bandelette embryonnaire et la cavité cellulaire embryonnaire sont déjà formées, on trouve des cellules *entièrement semblables* sur les pôles de l'œuf en dehors des membranes embryonnaires. Weissmann avait regardé ces cellules, qu'il n'avait d'abord trouvées que sur le pôle postérieur, comme de vraies cellules polaires, et avait été très surpris de les voir en dehors du rudiment embryonnaire, alors que cependant toutes les observations antérieures semblaient démontrer qu'elles prenaient part à la constitution de l'embryon. Mais plus tard, il trouva sur d'autres œufs arrivés au même stade deux cellules semblables sur le pôle antérieur, et ainsi l'explication la plus plausible pour le moment, *de l'avis* de *Weissmann*, est que les cellules expulsées sur le pôle antérieur au début du développement, rampent dans ces cas jusqu'à l'extrémité postérieure et s'y détruisent ensuite tôt ou tard. Dans tous les cas, elles ne prennent aucune part à la constitution de l'embryon.

Weissmann se demande ce que sont ces cellules, et la pensée lui vient de les considérer comme les *corpuscules directeurs* de l'œuf des insectes, que l'on cherche en vain depuis si longtemps. Chez tous les insectes qu'il a observés à cet égard, la vésicule germinative disparaît, à la vérité, longtemps avant la fécondation, c'est-à-dire qu'elle commence déjà à cette époque son processus de régénération et de transformation. Mais il ne s'ensuit pas naturellement que l'expulsion des corpuscules directeurs ne puisse pas ne commencer qu'après la ponte de l'œuf. Puis donc que ces éléments, que leur origine démontre être des cellules, ne prennent aucune part à la constitution de l'embryon, Weissmann pense qu'il ne reste pour ainsi dire pas d'autre appréciation que celle ci-dessus énoncée. Il avoue toutefois qu'une preuve de sa

justesse et de son exactitude ne pourra être réellement donnée que lorsqu'on aura démontré que ces éléments proviennent du fuseau directeur, c'est-à-dire de la vésicule germinative.

Si cela était établi par de futures observations, dit Weissmann, il faudrait alors distinguer chez les insectes deux espèces de cellules polaires: les *corpuscules de direction*, qui naissent d'abord au pôle antérieur et ne prennent aucune part à la formation de l'embryon, et les vraies *cellules polaires*, qui plus tard pénètrent dans l'intérieur de l'embryon. Weissmann trouve qu'il serait fort à désirer que pour ces deux formations si identiques au point de vue de l'examen extérieur, mais de significations si différentes, on employât des dénominations spéciales, et regrette que Balfour, à l'exemple de Robin, ait adopté la même désignation de *corpuscules* ou *cellules polaires* pour les deux formations. Quoique le terme de *corpuscules* ou *cellules de direction* ait un sens qui ne soit plus reconnu exact, ce terme est cependant autorisé au point de vue historique, et on pourrait réserver la dénomination de *cellules polaires* pour les formations polaires particulières à certains insectes, et qui ne se détruisent pas. Pour ces dernières, on ne peut dans aucun cas leur attribuer une autre désignation, tant que le rôle qu'elles jouent dans la structure de l'embryon n'aura pas été mis hors de doute.

Pendant la désagrégation ou la disparition de ces premiers éléments visibles, et quelquefois aussi avant, il se forme sur le pôle postérieur et *exactement de la même manière* que précédemment, une saillie de la couche superficielle du vitellus qui va cette fois conduire à la production des vraies cellules polaires.

La formation des cellules polaires présente les phénomènes que Robin a décrits dans le temps, quoiqu'il n'ait pas donné une juste explication du processus[1]. Weissmann n'avait jamais an-

---

[1] D'après Robin, les globules polaires des insectes naissent par gemmation de la substance hyaline superficielle du vitellus. Chez les Diptères, il en naît plusieurs, non *successivement au même point* du vitellus, mais *à côté* les uns des autres. C'est ainsi qu'il naît de quatre à huit globules qui se multiplient et en font

térieurement observé la naissance de la première cellule polaire, mais il a pu la suivre exactement plusieurs fois sur ces œufs de *Chironomus*. La couche épaisse du plasma hyalin se soulève d'abord en une saillie arrondie, dans les premiers rudiments de laquelle Weissmann a reconnu nettement, à plusieurs reprises, un noyau pâle mais nettement délimité. Avant que se soit produit l'étranglement ou la séparation du bourgeon, environ dix minutes après le début du processus, commence déjà la division du bourgeon en deux moitiés, division qui est complète au bout de cinq minutes, et produit ainsi deux cellules polaires appliquées librement à la surface du vitellus. Ces cellules ont des noyaux, mais *non toujours reconnaissables*, car ils peuvent être visibles à un moment et cesser de l'être quelques minutes plus tard.

La division ne va pas plus loin pour le moment, mais il se forme un nouveau *bourgeon à la même place* que pour le premier, et il se produit encore une fois le même processus d'étranglement et de division. Il y a ainsi formation de quatre cellules polaires, qui se divisent alors pour en donner huit et enfin douze.

D'après les recherches faites dans ces dernières années sur l'œuf des insectes, on est porté à considérer ce phénomène comme n'étant un *bourgeonnement* qu'en apparence, et comme étant en réalité l'expulsion d'une cellule formée dans la profondeur de l'œuf. Seulement Weissmann fait observer que chez *Chironomus* aussi bien que chez *Rhodites* et *Biorhiza*, il ne s'élève pas de cellules du sein du vitellus, et qu'on n'aperçoit, en outre, aucun corps qui traverse la zone superficielle de plasma. En vain cherche-t-on à voir dans cette zone l'orifice que devrait nécessairement produire la sortie d'une cellule, et à reconnaître avant ou pendant le bourgeonnement le contour d'une cellule dans la zone de plasma ; cette zone est seulement soulevée, et *sans*

---

jusqu'à vingt plus petits. Ensuite ces globules rentrent dans l'embryon, pour contribuer à la formation des cellules du blastoderme. (Robin ; *Journal de Physiologie* de Brown-Sequard, tom. V., pag. 362 et suivantes.)

doute[1], dit Weissmann, par le noyau qui fait saillie d'une manière évidente du sein du vitellus. Le courant de granules qui s'établit du vitellus dans le bourgeon vient appuyer cette manière de voir. Ces granules, ayant pénétré dans la saillie du plasma, se divisent ensuite et se résorbent peu à peu. Le noyau centrifuge a ouvert une voie libre à travers laquelle les corpuscules vitellins ont été entraînés. D'ailleurs la formation des cellules du blastoderme se fait par un mécanisme tout à fait semblable.

Vraisemblablement encore, dit Weissmann, les éléments centrifuges formés par le vitellus ne sont pas des cellules, mais des noyaux qui ne se transforment en cellules complètes que lorsque, arrivées dans la couche de blastème superficiel, elles condensent celui-ci autour d'eux pour former des corps cellulaires.

Quant à la destinée ultérieure des cellules polaires, voici ce que Weissmann a observé.

Elles sont appliquées comme un petit groupe de douze cellules contre le *blastème* du pôle postérieur; plus tard, lorsque le blastoderme s'est formé, elles sont placées plus lâchement à sa surface, et souvent divisées en deux groupes.

Les observations antérieures de Weissmann sur un premier *Chironomus* et sur *Musca* lui ayant démontré que ces cellules polaires pénétraient dans l'intérieur de l'œuf pendant la formation de la bandelette embryonnaire, en passant entre les cellules du blastoderme, et ne *pouvaient plus être suivies*, il n'a pas porté son attention de ce côté sur ce second *Chironomus*. Aussi a-t-il été grandement surpris lorsque plus tard, à une période où depuis longtemps chez le premier *Chironomus* les cellules polaires avaient plongé dans le vitellus, il aperçut sur le pôle postérieur des cellules absolument semblables aux cellules polaires, mais ne reposant plus sur la bandelette embryonnaire, et situées en *dehors des membranes embryonnaires*. Weissmann les re-

---

[1] Je préviens le lecteur que les passages soulignés le sont par moi, en vue des réflexions que je serai appelé à faire plus tard sur les observations de Weissmann.

trouva, non pas sur un ou deux œufs, mais sur un grand nombre d'entre eux. En tout cas, elles n'étaient jamais plus de quatre, souvent aussi seulement deux d'inégale grosseur; enfin il y avait *souvent en même temps*, sur le pôle antérieur de l'œuf, *également en dehors des membranes embryonnaires*, un ou deux corps *semblables* aux cellules polaires. Nous avons vu comment Weissmann explique le transport de ces dernières ; toutefois il reconnaît qu'il ne peut trancher *pour le moment la question de savoir si en définitive une partie des vraies cellules polaires n'est pas chez cette espèce exclue du corps de l'embryon.* Un examen continu et direct des cellules polaires peut seul donner la certitude sur ce point.

Je viens d'exposer d'une manière aussi *complète* et aussi *exacte* que possible les observations de Weissmann et les réflexions qui les accompagnent. Je me suis astreint à donner pour tous les points importants une traduction littérale du Mémoire de l'auteur, en me bornant à remplacer la première personne du verbe par la troisième. J'ai agi ainsi afin que le lecteur du présent Mémoire eût entre les mains les pièces complètes du procès et pût aussi bien que moi juger de la valeur des interprétations à donner aux faits observés. Passons maintenant à la discussion de ces faits. Le lecteur connaît l'explication de Weissmann. Je vais exposer la mienne, qui me paraît bien plus rationnelle et plus d'accord avec d'autres faits observés par moi, et dont je donnerai la relation dans le cours de ce travail.

Weissmann a observé en définitive :

1° Des cellules produites de bonne heure et avant la formation du blastoderme par bourgeonnement au pôle antérieur de l'œuf, et qui, après s'être séparées par étranglement et divisées, se détruisent et se résorbent sans prendre part à la constitution de l'embryon ;

2° Des cellules *exactement semblables*, produites très peu de temps après par un processus *identique* sur le pôle postérieur de l'œuf, et destinées, après leur séparation du blastème et leur

multiplication par division, à rentrer dans le sein du vitellus pour prendre part à la constitution de l'embryon, d'une manière, il est vrai, tout à fait inconnue.

3° Des cellules *absolument semblables* à ces dernières, placées également sur le pôle postérieur de l'œuf et situées *en dehors des membranes embryonnaires*, à une période où dans d'autres cas les cellules placées sur ce pôle postérieur avaient depuis longtemps plongé daus le vitellus ;

4° Enfin, dans bien des cas, en même temps que ces cellules du pôle postérieur, existaient une ou deux cellules semblables sur le pôle antérieur, également placées *en dehors des membranes embryonnaires*.

Weissmann a donc constaté l'existence, sur les deux pôles de l'œuf, de cellules identiques dans tous les cas par leur forme extérieure et par leur processus d'origine, et, on peut le dire aussi, par l'époque de leur apparition et de leur existence ? Les cellules qui se trouvent sur le pôle postérieur replongent très généralement dans le vitellus et prennent part à la formation de l'embryon. Mais il est des cas où sur ce même pôle postérieur se trouvent des cellules qui sont restées en dehors de l'embryon. Faut-il, avec Weissmann, supposer qu'elles ont été amenées là du pôle antérieur par des mouvements amœboïdes et qu'elles sont entièrement différentes des cellules polaires, que ce sont des globules directeurs? Mais non seulement on n'a pas suivi ces globules dans leur pérégrination, mais on n'en a point observé *un seul* en train d'effectuer le trajet supposé, ce qui est *assez étonnant* puisque Weissmann avoue avoir trouvé beaucoup de cas où il y avait simultanément des cellules au pôle postérieur et au pôle antérieur de l'œuf. Ce transport est donc une supposition toute gratuite et qui soulève même de graves difficultés. Si les corpuscules de direction de Weissmann sont doués de mouvements amœboïdes, les globules polaires ne le sont pas moins, et l'on est donc aussi bien en droit de se demander pourquoi les globules n'auraient point émigré du pôle postérieur au pôle antérieur. Cette dernière supposition serait d'autant plus légitime que l'époque tardive d'existence des

globules vus sur le pôle antérieur est plus en harmonie avec la période d'apparition et d'existence des cellules polaires de Weissmann qu'avec celle de ses *corps de direction*, qui sont, suivant ses observations, d'une apparition et d'une disparition plus précoces. J'ajouterai, comme argument très favorable à la supériorité de l'hypothèse d'un transport du pôle postérieur au pôle antérieur sur celle d'un parcours en sens inverse, j'ajouterai, dis-je, que dans les observations de Weissmann, tandis que les cellules tardives placées en dehors des membranes embryonnaires sont au nombre de quatre ou de deux au pôle postérieur, il arrive souvent qu'il n'en existe pas sur le pôle antérieur et il n'en existe jamais plus de une ou deux. Il faut convenir que l'hypothèse du transport du petit nombre exige moins d'efforts que celle du nombre double et parfois assez élevé de quatre, si l'on réfléchit surtout qu'il n'a pas été possible de saisir une de ces nombreuses cellules migratrices sur un point intermédiaire du parcours qui réunit les deux stations polaires opposées.

Il y a de ces phénomènes une explication plus simple, plus rationnelle à donner. Il suffit pour cela de considérer que les éléments cellulaires qui naissent aux deux pôles de l'œuf peuvent, suivant les circonstances, rester en dehors de l'œuf ou bien replonger dans le vitellus. Les globules précoces ou tardifs qui naissent sur le pôle antérieur ne pénètrent pas dans l'œuf (pour des causes que nous pourrons rechercher ultérieurement), et ont le temps de se désagréger et de disparaître avant que l'œuf les ait reconquis ; les globules, au contraire, un peu plus tardifs, qui naissent sur le pôle postérieur de l'œuf, pénètrent ordinairement tous dans le vitellus ; mais une partie peut rester en dehors et subir une destinée tout à fait semblable à celle des globules du pôle antérieur. Il n'y aurait donc pas lieu de distinguer chez les insectes deux espèces de cellules polaires, puisque les cellules polaires proprement dites qui pénètrent ordinairement dans le blastoderme peuvent dans certains cas rester extérieures et y subir le sort des cellules polaires ou globules de direction des autres animaux. Il n'y aurait par conséquent aussi pas lieu de distinguer

les cellules polaires des insectes des globules directeurs des autres animaux, des mollusques et des vers en particulier.

Cette interprétation, à laquelle je m'arrête jusqu'à plus ample informé, n'est d'ailleurs pas restée étrangère aux réflexions de Weissmann, car, sentant bien ce que son interprétation a de purement hypothétique, il ajoute : « On ne peut trancher pour le moment la question de savoir si, en définitive, une portion des vraies cellules polaires n'est pas chez cette espèce exclue du corps de l'embryon ».

La solution que nous proposons n'est pas exempte de quelques difficultés et ne répond certes pas à toutes les questions que soulève l'histoire des cellules polaires. Voici quelques-uns des desiderata auxquels la science doit chercher des réponses.

Le fait de la sortie des globules ou cellules polaires aux deux pôles de l'œuf des insectes, constitue-t-il un fait sans analogues dans le règne animal ?

Comment ce fait, que les uns restent extérieurs et que les autres rentrent dans le vitellus, ne constitue-t-il pas une différence capitale entre les globules ou cellules polaires ?

Quelle est la constitution des globules polaires et quelle est leur origine dans les diverses parties de l'œuf ?

Quelle est la signification physiologique des globules polaires ? quel est leur rôle ? etc., etc.

Je veux essayer de donner à ces diverses questions des réponses qui soient acceptables, au moins pour le présent, et qui puissent être considérées comme en harmonie avec les observations déjà connues et avec celles qu'il m'a été donné de faire personnellement.

Je vais d'abord exposer quelques-unes de mes observations.

Mes recherches sur les œufs d'Ascidiens, et en particulier sur l'origine des cellules du follicule et des cellules dites du testa, recherches que je poursuis depuis plusieurs années déjà, ont attiré mon attention sur les formations qui sont éliminées de l'œuf à une période quelconque de son développement. Ces recherches ont

été le point de départ d'une série de travaux dont les matériaux sont appelés à servir de base à une suite de publications sur la matière. Aussi ne laissé-je passer au laboratoire de la Station zoologique de Cette aucune occasion d'observer des œufs intra ou extra-ovariens, et d'en examiner soigneusement les diverses régions. C'est ainsi que vers la fin de juin 1882, j'ai observé très attentivement un nombre considérable d'œufs de *Buccinum undatum* renfermés dans une masse volumineuse de capsules nidamentaires, et arrivés justement à la période d'expulsion des globules polaires. Ces œufs présentaient des caractères remarquables qui firent que je les examinai avec grande attention.

Les observations que j'ai à présenter à leur sujet ont trait à la forme, au volume et à la constitution des globules polaires. Quant à la forme et au volume, elles étaient assez variables. Le volume différait dans des proportions considérables. Tous étaient formés d'une masse de substance hyaline renfermant quelques granulations de volume variable, telles que je les ai représentées *fig.* 9 bis et *fig.* 16. Cette masse était composée de mamelons sphériques plus ou moins saillants et formant un ensemble plus ou moins subdivisé et mûriforme. Les uns avaient un volume relativement faible, comme en *fig.* 1, *fig.* 2, *fig.* 3 ; mais d'autres, plus nombreux, formaient sur une extrémité de l'œuf des panaches vraiment considérables (*fig.* 4, *fig.* 5, *fig.* 6, *fig.* 7, *fig.* 8). Enfin quelques-uns, moins nombreux, présentaient sur une portion assez étendue de la surface de l'œuf, un tiers ou un quart, une couche de substance hyaline avec mamelons peu saillants et modifiant peu la forme générale de l'œuf. C'est ce que l'on voit en *fig.* 11, *fig.* 12, *fig.* 16.

Quant à la forme, elle offrait quelques points vraiment remarquables et sur lesquels il est nécessaire d'insister. L'impression que produisait l'examen des œufs conduisait à penser qu'à une période du développement, une portion du protoplasme hyalin de l'œuf avait été poussée vers un des points de la surface, c'est-à-dire vers un des pôles de l'œuf, et y avait produit une accumulation occupant une surface plus ou moins étendue, et qu'ensuite,

l'effet se continuant, une portion centrale de ce protoplasme avait été projetée, expulsée au dehors. En somme, il y avait là un cône de soulèvement marqué *a* dans toutes les figures, cône recouvrant parfois jusqu'à un tiers de la surface de l'œuf, et ultérieurement, du centre de ce cône de soulèvement se faisait une éruption de substance hyaline de même apparence et s'élevant en un panache *b* d'éruption, plus ou moins volumineux, mais toujours subdivisé en mamelons globuleux. Le cône de soulèvement *a* s'observe sur les *fig.* 11, 12, 16. Sur ces figures cependant, les portions centrales présentent déjà un peu plus de saillie indiquant un commencement d'éruption qui s'accroîtra en *fig.* 14 et 15, et aboutira enfin aux grands cônes des *fig.* 3, 4, 5, 6, 7, 8. Enfin, quand les globules tendront à se séparer, le cône de soulèvement diminuera peu à peu, comme dans les *fig.* 2 et 6, jusqu'à ce qu'il ait entièrement disparu, comme dans la *fig.* 1.

Pour ce qui a trait à la masse du vitellus nutritif de l'œuf, qui se distingue facilement parce qu'il est formé d'une agglomération de sphérules jaunâtres, il subissait des modifications de forme qui avaient des caractères marqués. Il présentait au niveau du cône de soulèvement une dépression plus ou moins prononcée qui avait au centre, tantôt une dépression, comme en *fig.* 2, 3, 6, 7, 13, 14 ; tantôt une saillie, comme en *fig.* 4, 5, 8, 11 ; tantôt une succession de saillies et de dépressions, comme en *fig.* 12, 16.

L'examen des œufs, dont je donne ici des représentations très exactes, indique immédiatement la notion du mécanisme qui a nécessairement présidé au déplacement et à l'expulsion de la substance protoplasmique hyaline qui constitue le cône de soulèvement et le cône d'éruption ou *panache polaire*. Il est naturel de penser que ces phénomènes de transport sont dus à des contractions qui projettent la substance hyaline à travers les globules vitellins suivant une direction qui peut être déterminée, ou par une moindre résistance, ou par toute autre cause encore indéterminée.

La masse de substance hyaline fait au début saillie sur une

étendue déjà considérable, puisqu'elle peut occuper le tiers de la substance totale de l'œuf, ce qui conduit à penser que la voie de projection n'est pas d'abord une cheminée étroite, mais que le protoplasme s'échappe vers le pôle de l'œuf par des voies multiples et comme à travers les canalicules d'un tissu spongieux formé par les globules vitellins. Il résulte de là que la surface de séparation des globules et du protoplasme hyalin est très inégale, très irrégulière et très morcelée. La *fig.* 16 en donne une idée très exacte. Il en résulte aussi que les divers courants de substance produisent, en surgissant, des saillies mamelonnées plus ou moins prononcées (*fig.* 11, 12, 16).

Ce premier processus n'a d'ailleurs pas pour effet de chasser hors de l'œuf une portion quelconque de celui-ci ; il déplace simplement la position relative des centres de figure du protoplasme hyalin et de la masse des globules vitellins, de telle sorte que ces centres, confondus auparavant, viennent se placer à une certaine distance l'un de l'autre. Mais la masse protoplasmique conserve sa continuité et sa forme massive pour continuer à subir des contractions dont nous venons d'analyser le premier effet ; ces contractions n'agissent plus pour déplacer la masse entière du protoplasme hyalin, mais elles expriment du sein de la masse totale une quantité de protoplasme hyalin qui trace sa voie pour sortir dans une région voisine du centre du cône de soulèvement.

Un orifice virtuel semble se produire en ce point, et par cet orifice semble s'échapper une portion de protaplasme hyalin provenant des parties profondes de l'œuf. C'est là l'impression que l'on retire nécessairement de l'examen des *fig.* 2, 3 et surtout des *fig.* 4, 5, 6, 7, 8. Le cône de soulèvement subsiste intact, et c'est une quantité de substance qui semble perforer sa région centrale et s'échapper par une cheminée étroite sous forme d'une masse mamelonnée, ou de *panache polaire*.

Une fois le panache sorti, le cône de soulèvement tend à s'affaisser, et à mesure que le panache s'étrangle à sa base, le cône s'aplatit et finit par disparaître. C'est ce que montrent bien les *fig.* 4, 7 et surtout 6 ; dans la *fig.* 1, où les globules polaires

ont presque acquis leur indépendance, le cône de soulèvement a entièrement disparu, c'est-à-dire que les contractions du protoplasme ont cessé, que ce dernier a repris sa position et sa forme primitives, et a de nouveau son centre de figure confondu avec celui du vitellus nutritif.

Le processus dont je viens d'exposer la marche se révélait plus ou moins clairement dans les divers œufs que j'ai étudiés ; mais il en était sur lesquels les phénomènes prenaient un caractère de clarté tout particulier. C'est ainsi que je signale les *fig.* 9 et 9 *bis*, qui sont la reproduction exacte d'un œuf dans lequel les globules étaient sur le point de se détacher. La forme générale de l'œuf est très caractéristique, car elle montre le cône de soulèvement entraînant une portion du vitellus nutritif et donnant ainsi à celui-ci la forme d'une montgolfière. La limite des deux substances est déchiquetée, le cône hyalin de soulèvement est envahi en grande partie par des globules vitellins, mais s'aperçoit distinctement en *a a a*. Cette conformation, qui s'explique de la manière la plus naturelle par la puissance du courant centrifuge du protoplasme entraînant les globules vitellins, indique immédiatement une sorte d'éruption par un orifice ou un canal cratériforme creusé au sein du protoplasme et de la masse vitelline ; et l'on ne peut s'empêcher d'interpréter les phénomènes observés comme résultant d'une expulsion, par expression, de parties situées dans les profondeurs de l'œuf.

Je signale également en passant, et pour y revenir ulterieurement, la forme des globules *b b* et les filaments protoplasmatiques *b'b'*. Ces conformations, auxquelles on peut donner le nom de pseudopodes, témoignent d'une tendance à la division et à la dispersion, que j'interpréterai dans la seconde partie de ce travail.

Quant à la composition de ces masses ou panaches polaires, il convient que je m'y arrête suffisamment. Ces masses hyalines m'ont toujours paru, d'une manière très évidente, constituées par du protoplasme hyalin dans lequel se trouvaient des granulations incolores, assez réfringentes, et disposées très irrégulièrement. Ces granulations étaient généralement de petites dimensions,

mais quelques-unes présentaient parfois un volume relativement gros (*fig.* 1, 9 *bis*, 16). Elles étaient exactement semblables aux granulations incolores répandues dans le vitellus entre les globules vitellins (*fig.* 10).

Malgré l'emploi successif de l'acide acétique dilué et du carmin de Beale, il m'a toujours été *complètement impossible* de distinguer quelque chose qui *rappelât*, *même de loin*, la forme d'un fuseau et d'un amphiaster de segmentation.

La *fig.* 3 reproduit l'aspect résultant d'un semblable traitement ; sur cet œuf, l'action des réactifs ou la situation excentrique du nucléus de l'œuf ont mis ce dernier en évidence, et il est clair que sa distance de la région de sortie du panache polaire exclut toute idée de relation directe par un amphiaster et un fuseau entre ce nucléus et le panache. On peut affirmer cependant que l'état du pédoncule du panache correspond à une période où dans les œufs d'autres mollusques le fuseau n'est pas encore rompu. Il m'a été également impossible de distinguer de vrais noyaux dans les sphérules du panache, malgré l'action des réactifs acides et des réactifs colorants.

La substance nucléaire y était seulement représentée par les granulations que j'ai déjà signalées. Toutefois, en laissant agir l'acide acétique dilué pendant plusieurs heures, on obtenait une coagulation et une concentration de la substance hyaline telle que je l'ai représentée dans la *fig.* 6. Mais on ne saurait prendre cette apparence pour une vraie formation nucléaire, car elle ne se manifestait que très tardivement, et dans tous les cas aurait révélé des noyaux d'un volume très disproportionné avec celui de la masse polaire et d'une forme assez étonnante. On sait d'ailleurs que les globules polaires des mollusques présentent généralement la substance nucléaire sous forme de granulations plus ou moins dispersées dans le protoplasme hyalin. Il n'y aurait donc rien de spécial dans le cas actuel ; mais j'ai tenu à signaler l'action prolongée de l'acide acétique à 1/100e, et à faire remarquer aussi que, dans ces cas spéciaux, il ne m'a jamais été possible de rien observer qui m'autorisât à penser que l'extrémité d'un

fuseau de direction aboutissait dans les globules en traversant le pédoncule du panache.

Le cas que je viens d'analyser me paraît pouvoir donner lieu à quelques considérations dignes d'intérêt. En résumé, chez *Buccium undatum*, les globules polaires revêtent une forme spéciale et atteignent un volume considérable : ils sortent sous forme de panache volumineux, *panache polaire*. Le processus de formation semble le résultat d'une contraction du protoplasma de l'œuf, qui exprime et projette, suivant une direction donnée, une masse de protoplasme situé d'abord dans l'intérieur de l'œuf. Ce protoplasme renferme des granules de volume variable qui sont identiques avec ceux que renferme le protoplasme de l'œuf dans l'intervalle des globules vitellins. Il ne paraît pas y avoir pénétration, dans le *panache polaire*, de l'extrémité d'un fuseau de direction et d'un amphiaster périphérique. La masse polaire paraît donc expulsée en vertu seulement d'une contraction du protoplasme qui fait sourdre des parties internes comme pressées par une enveloppe contractile, sans le concours ou l'intervention, ou même sans la simple présence des phénomènes de vraie division cellulaire caractérisés par la formation d'un fuseau nucléaire et d'un amphiaster. Conséquemment, les masses polaires de *Buccinum undatum* ne sauraient être considérées comme de *vraies cellules*, mais seulement comme des *globules cellulaires* chassés du sein du vitellus.

Je dois rapprocher des faits précédents quelques faits qui m'ont frappé en observant les œufs de *Lymnæus stagnalis*...

Sur l'un de ces œufs (*fig.* 17), deux globules polaires composés de protoplasme hyalin avec granulations de volume à peu près le même, étaient placés côte à côte et logés dans deux dépressions contiguës du vitellus, comme s'ils avaient pris naissance simultanément par un processus d'éruption rappelant les phénomènes déjà décrits chez *Buccinum*. L'œuf, d'abord observé vivant, fut ensuite traité par le carmin de Beale et l'acide acétique à 1/200°. L'aspect ne changea pas.

Sur un autre œuf de la *fig.* 18, se trouvaient d'un même côté

de l'œuf trois globules hyalins placés à quelque distance l'un de l'autre. Deux d'entre eux *l*, *m*, étaient entièrement hyalins et ne renfermaient que de très fines granulations ; le troisième *n* possédait une grosse granulation centrale ressemblent à un noyau. Les deux premiers *l* et *m* adhéraient encore à la surface du vitellus, mais présentaient un commencement d'étranglement de leur base. Le troisième *n*, plus petit, apparaissait comme un bourgeon formé par le protoplasme de l'œuf sans trace de ligne de séparation.

Sur un troisième œuf, *fig.* 19, on observait à un pôle de l'œuf un véritable globule polaire pédonculé, et sur le pôle diamétralement opposé un globule hyalin *p*, encore non détaché de la surface de l'œuf.

Sur un même œuf observé à quelques heures d'intervalle, se voyait (*fig.* 20) l'expulsion d'un premier globule polaire, avec un pédoncule rétréci, et (*fig.* 20 *bis*) l'expulsion d'un second globule polaire ayant la forme d'un clou de girofle. Mais mon attention fut surtout attirée par les mamelons multiples formés par le soulèvement du protoplasme autour du point de sortie du pédoncule, de manière à représenter le cône de soulèvement de *Buccinum*, ou mieux encore les bords découpés d'un cratère volcanique du centre duquel s'élève le panache éruptif, c'est-à-dire le globule polaire [1]. Enfin, avec ces saillies mamelonnées qui semblent correspondre à un transport du protoplasme vers des pôles de l'œuf, je fais remarquer la saillie *r* du pôle opposé à celui de la sortie du globule polaire, et par conséquent du pôle correspondant au globule *p* de l'œuf (*fig.* 19). Je signale également les inégalités et les bosselures de la surface du vitellus sur les

---

[1] Ces mamelons ont été déjà plusieurs fois décrits et figurés sous le nom de *Pseudopodes*. Je signale notamment au lecteur la *fig.* 95 du beau travail de L. Mark : *Maturation, Fecundation, and Segmentation of Limax campestris... Bullet. of the Museum of compar. Zool. at Harvard College.* Cambridge (Massachussets), octobre 1881. J'aurai d'ailleurs à revenir dans la suite de ce mémoire sur ce très important et très savant travail. Je dirai plus tard ce qu'il faut penser de cette désignation de *Pseudopodes*, qui est entièrement inexacte et erronée.

œufs *fig.* 18, 20 et 20 *bis*, inégalités qui peuvent être considérées comme en relation avec des contractions du protoplasme. A ces dessins, j'ai ajouté celui d'un œuf (*fig.* 21) dont les globules polaires devenus libres forment un groupe de six globules qui rappelle les masses ou panaches polaires de *Buccinum*. Ces globules sont formés de masses de protoplasma hyalin renfermant des granulations de diverses grosseurs, mais pas de noyau proprement dit.

Je rapporte ici ces faits pour les rapprocher, soit des faits précédents, soit d'autres faits qui seront présentés dans la seconde partie de ce mémoire. Quand l'ensemble de ces faits aura été présenté, le moment sera venu d'en tirer des conséquences pour une appréciation de la signification du globule polaire. Pour le présent, je ne veux en déduire que ces conséquences ; c'est que : 1° chez *Lymnæus* il y a, comme en *Buccinum*, transport du protoplasme de l'œuf vers un des pôles et saillie du protoplasme sur une surface assez étendue, d'où résultent les mamelons saillants des *fig.* 20 et 20 *bis* ; que 2°, en outre, ce protoplasme peut être exprimé sur des points de la surface assez éloignés l'un de l'autre, et que s'il y a un des globules ainsi exprimés qui puisse être lié à la formation d'un fuseau de direction (*n*, *fig.* 18), on est autorisé à affirmer que les autres *l*, *m*, sont de simples globules hyalins exprimés du sein du protoplasme ; 3° qu'un de ces globules hyalins (*fig.* 19) peut même se former sur le pôle opposé au point de sortie du globule polaire proprement dit ; et enfin, 4° que les globules exprimés peuvent en dehors de l'œuf se multiplier par division et former un groupe de globules assez nombreux.

Je me borne pour le moment à ces constatations, et je renvoie à un second Mémoire qui paraîtra dans le numéro suivant de la *Revue* la suite de mes observations et l'examen des conséquences théoriques qu'il me semble légitime d'en tirer.

Le 29 septembre 1883.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Fig. 1 à 16. Œuf de *Buccinum undatum* au moment de la formation des globules polaires, *a* cône de soulèvement, *b* panache polaire; observés le 24 juin 1882.

Les œufs des figures 1, 2, 4, 5, 7, 8, 9 et 9 *bis*, 11, 12, 13, 14, 15, 16, ont été observés vivants dans l'eau de mer. Les œufs des figures 3 et 6, d'abord observés vivants, ont été ensuite traités par l'acide acétique à 1/100e et le carmin de Beale, et représentés après l'action de ces réactifs.

La figure 10 représente une portion de l'œuf écrasé, montrant les globules vitellins jaunes mêlés à des granulations du protoplasme.

Les figures 17, 18, 19, 20, 20 *bis* et 21, représentent des œufs de *Lymnæus stagnalis* observés le 5 août 1882.

Les œufs ont été observés vivants d'abord, et ensuite traités par l'acide acétique à 1/200e et colorés par le carmin de Beale.

L'œuf de la figure 20 n a été traité par les réactifs qu'après être arrivé à la période 20 *bis*.

L'œuf figure 2 n'a été observé qu'à l'état frais.

Les globules figurés existaient sur les œufs avant tout traitement.

RÉUNION EXTRAORDINAIRE
DE LA
SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
A CHARLEVILLE

Lettre du Professeur De ROUVILLE à M. VIGUIER, Préparateur de la Chaire de Géologie à la Faculté des Sciences.

Mon cher ami,

La maladie, cet hôte toujours mal venu, vous a empêché de vous rendre avec moi à Charleville ; autant que moi vous aviez désiré cette session, et je me réjouissais comme vous de nous initier, sous la direction de nos maîtres du Nord, à la connaissance de terrains aujourd'hui si bien connus, grâce à tant d'efforts réunis, grâce surtout aux recherches aussi persévérantes que perspicaces de mon très cher et éminent collègue Gosselet, de Lille.

Un motif tout personnel nous engageait d'ailleurs à voler vers ces régions lointaines : nos terrains paléozoïques du Languedoc, que nous étudions ensemble, ne sont pas sans nous offrir quelques obscurités, et vous êtes le confident de celles que je n'ai pas encore réussi à dissiper entièrement dans le département de l'Hérault. Le terrain dévonien en particulier, sous sa double forme calcaire et schisteuse, ne nous a pas livré tous les secrets de sa structure, et nous nous devions à nous-mêmes de ne pas demeurer étrangers à un type désormais classique.

C'est donc avec une grande tristesse que vous avez dû vous résigner à ne pas me suivre, et que moi-même j'ai dû renoncer au secours si apprécié de votre jeune marteau et de votre habile crayon. Aussi, dès le premier jour, me suis-je promis, sinon de frapper les roches, de chercher les fossiles et de crayonner les faits remarquables d'une main et d'un œil moins sûrs que les vôtres, du moins de regarder, d'écouter et de retenir, afin de vous com-

muniquer quelques-unes des impressions reçues et vous faire bénéficier, à mon retour, des enseignements que je comptais bien rapporter ; acceptez donc ces quelques lignes comme un gage de profonds regrets et de bonne amitié, et aussi comme un stimulant à me continuer, quand le mal aura disparu, votre bonne collaboration.

De ce côté de la France, nous sommes, il faut bien l'avouer, peu familiers à la géographie des extrêmes frontières de notre pays, et ces régions franco-belges, si riches en documents de premier choix pour l'histoire des terrains primaires, n'ont pour nous, à la distance où nous en sommes, que des contours bien vagues et des relations peu précises; cette ignorance n'est pas pour peu dans notre difficulté de comprendre les descriptions géologiques dont elles sont l'objet : l'Ardenne, l'Eifel et les plaines qu'elles enceignent ou qu'elles bordent, les bords du Rhin eux-mêmes, la terre de la grauwacke, flottaient un peu pêle-mêle dans mon esprit : j'avais peine à retrouver dans nos atlas modernes bien des dénominations de langues diverses remises en usage pour les besoins des descriptions, et je perdais le fruit de lectures laborieuses, faute d'avoir la clé du langage employé. Il n'est pas jusqu'aux roches elles-mêmes qui ne me paraissaient présenter des aspects insolites et presque étranges ; il m'a suffi de me rapprocher des lieux pour me trouver au clair ; l'œil du corps est venu au secours de l'œil de l'esprit : j'ai fait connaissance avec nos capitales géologiques, souvent bien infimes bourgs à peine tracés sur les cartes, et je n'ai pas tardé à comprendre que si le vocabulaire pétrographique, pour une certaine catégorie de matériaux, me paraissait plus riche dans le Nord que dans nos régions, c'est que, formant presque exclusivement la charpente de ces vastes surfaces, ils avaient réclamé une étude plus attentive, suscité des distinctions plus minutieuses, et par cela même nécessité une plus grande quantité de termes pour les besoins de nouvelles réalités.

Le champ que se proposait d'explorer la Société géologique,

dans sa session actuelle, n'est qu'une minime fraction du massif de roches anciennes, qui, au nord et à l'est, forme un coin avancé en Belgique et en France, et sert de point d'appui aux formations secondaires et tertiaires ; l'empire d'Allemagne, la Belgique, la France et la Bavière rhénane, se le partagent ; il joue dans cette portion de l'Europe le rôle du plateau central, de la Bretagne, des Pyrénées, des Alpes, en France. C'est un des centres primordiaux autour desquels sont venus se déposer, à des époques successives, les sédiments dont l'accumulation a formé l'Europe occidentale. Il est composé presque exclusivement de roches non cristallines, à l'encontre de ses congénères les Alpes, et surtout le plateau central, où dominent les roches cristallisées ; le massif breton présenterait une constitution mixte par la surface étendue qu'y occupent les granites et les gneiss, en coexistence avec les terrains primaires.

Ces délimitations géographiques et ces contrastes de composition saillent d'une façon lumineuse dans la Carte géologique de France qui accompagne l'excellent *Cours élémentaire de Géologie* (4e édit.) de mon collègue Gosselet ; mais je crois utile de circonscrire d'une manière plus rigoureuse l'aire d'observation de la Société, et en même temps celle de certaines autres régions dont les classifications belges ont souvent emprunté les noms.

Il s'agit d'abord de l'Ardenne. Nos cartes ne nous donnent pas nettement ses limites. Un livre qui se recommande à nous par des considérations d'un ordre tout patriotique, de défense nationale, la *Géographie militaire* du commandant Niox, nous montre très bien (pag. 59) le massif ancien partagé en cinq régions limitées nettement par des cours d'eau :

L'Ardenne, comprise entre le cours de la Meuse, de Namur à Liège au nord, la ligne qui joint les villes de Mézières et de Luxembourg au sud, celle des eaux versantes de la Sure et du Kill, et la rive gauche de l'Ahr qui la séparent au sud-est de l'Eifel ;

L'Eifel, au sud-est de l'Ardenne, que le cours du Rhin de Coblentz au confluent de l'Ahr limite à l'est, et la Moselle de

Trèves à Coblentz au sud, double sillon profond qui détache de lui et isole son prolongement oriental sous le nom de Westerwald, et sa continuité vers le sud sous celui de Hundsruck ;

Le Hundsruck, que le Rhin de Coblentz à Bingen isole du Taunus, et que la Nahe limite au sud ;

Le Taunus, qui ne ferait qu'un avec le Westerwald, prolongement oriental de l'Eifel, s'il n'en était séparé par le cours du Lahn, affluent du Rhin ;

Enfin le Westerwald lui-même, séparé de l'Eifel par le Rhin et par le Lahn du Taunus.

La première de ces régions, l'Ardenne, qui nous intéresse de plus près, se distingue des quatre autres moins encore par ses bornes géographiques que par un ensemble de caractères qui lui impriment une physionomie toute particulière : son nom, formé de deux syllabes dont la première signifierait forêt et la seconde marécage, traduit d'une façon pittoresque son individualité, résultant de la nature de son sol et des divers phénomènes géologiques dont elle a été le théâtre ; forêts, plateaux marécageux, sol schisteux, tels seraient les traits caractéristiques qui mieux qu'aucun autre fourniraient la vraie circonscription de cette région naturelle. Un savant d'élite dont la Belgique est fière à juste titre, et que l'on peut appeler l'un des premiers fondateurs de la géologie d'observation, d'Omalius d'Halloy, dans son *Abrégé de Géologie* (1853, pag 479, note), a prêté à cette manière de circonscrire l'Ardenne son langage expressif :

« L'Ardenne, dit-il, n'ayant jamais correspondu à des limites politiques ou administratives, on est d'autant moins d'accord sur sa délimitation que, ce nom annonçant un mauvais pays, les habitants des contrées voisines l'étendent ou le restreignent d'après leur point de départ, et que ceux de l'Ardenne le renvoient respectivement à la partie occupée par ceux qui parlent un idiome différent. C'est ainsi que les habitants des contrées fertiles de la rive gauche de la Meuse comprennent souvent le Condros dans l'Ardenne, et que les habitants de la partie de l'Ardenne où l'on

parle le patois liégeois ne reconnaissent pour Ardenne que la partie où l'on parle le patois lorrain. Je crois que le meilleur moyen d'avoir une marche fixe et conforme à l'usage le plus général, c'est de considérer l'Ardenne comme limitée par les dépôts calcaires, qui donnent un caractère particulier et plus de fertilité aux contrées qui l'environnent. »

Ce mode de délimitation, absolument géologique, a l'avantage de sauvegarder l'intégrité de la notion de région naturelle, que méconnaît trop souvent la géographie quand elle ne s'aide pas des données de la géologie; empruntée à l'une et à l'autre, cette connaissance préalable de notre champ d'exploration sera une heureuse introduction à nos études.

Deux autres dénominations interviennent trop souvent dans la nomenclature belge pour que je ne les précise pas dès l'entrée: c'est d'abord celle de Condros, plus en usage du temps de César que du nôtre ; elle correspond à une portion de la province actuelle de Namur, assez bien circonscrite au nord par le cours de la Meuse de Namur à Liège, à l'ouest par le cours du même fleuve de Dinant à Namur, et à l'est par le confluent de l'Ourthe et de la Meuse.

Une autre appellation est celle de Famenne : elle désigne la région comprise dans le Namur et dans le Luxembourg belge, au-dessous de Dinant, entre la Meuse et l'Ourthe, et dont la ville luxembourgeoise de Marche était le chef-lieu au VIIe siècle.

Je rappellerai encore que l'Ahr est un affluent du Rhin, que Deville, Revin, Fepin, sont autant de stations du chemin de fer de Charleville à Givet, notre ligne d'opération ; que Viel Salm est une ville du Luxembourg, Gedinne, de la province de Namur.... Rassurez-vous, j'en ai fini avec cette pédagogie géographique ; elle s'imposait pour déblayer notre route des broussailles de la terminologie.

Le rendez-vous de la réunion était fixé au dimanche 2 septembre, à Charleville ; j'eus soin d'y arriver dès le samedi, pour me

faire dès la veille une idée de la région, et surtout pour m'approvisionner des cartes utiles pour notre expédition ; les librairies de Charleville, parfaitement outillées, me fournirent les environs de Mézières et la feuille de Givet de la carte géologique détaillée de la France, dressée par M. Gosselet ; le même jour, une ascension sur la hauteur de Tivoli et du moulin à vent me mit en face de l'un de ces méandres si caractéristiques du cours de la Meuse dont la géologie nous donne la raison d'être, et je pus, de mon lieu d'observation, constater l'opposition si accentuée des buttes mollement arrondies et gazonnées des environs immédiats de la ville avec le front abrupt de l'Ardenne, notre objectif du lendemain. Je descendis à Mézières, la ville forte, à l'enceinte multiple, qui me rappelait tant de siècles de luttes, et Bayard et Charles-Quint, et des jours plus récents et si douloureux, et traversai le pont pour rentrer à Charleville, la ville nouvelle, tirée au cordeau, la ville du commerce et de l'industrie, si contrastante par sa physionomie vivante et animée avec sa voisine la ville ancienne, la ville de guerre.

La réunion eut lieu le lendemain dans une des salles du magnifique Lycée qui nous fut gracieusement prêtée par l'administion ; j'eus la grande satisfaction d'y revoir bien des figures amies et d'en rencontrer de nouvelles portant des noms bien connus de tous : MM. Von Lasaulx, de Bonn, Renard (le R. P.), de Bruxelles, nos maîtres en lithologie ; MM. Rutot et Van den Broeck, jeunes gens que je dirais de grande espérance si déjà, de si bonne heure, ils n'avaient, le plus souvent dans une mutuelle et féconde collaboration, produit des œuvres remarquables ; M. Mourlon, ancienne connaissance de 1869, bien que jeune encore, dont le livre sur la Belgique a été pour nous une si heureuse initiation aux travaux franco-belges, qu'il a exposés d'une plume si facile et si française ; je ne nomme pas notre chef, notre président, le professeur Gosselet : c'était l'âme de la réunion ; auprès de lui, l'éminent directeur du Musée de Bruxelles, dont j'avais salué les débuts en 1863 dans la session de Liège, et qui depuis a porté avec tant d'éclat l'héritage scientifique de son vénérable et illustre

maître d'Omalius ; avec eux, je retrouve notre aimable confrère M. Bioche, si dévoué à la Société et dont une fidèle et vaillante compagne redouble pour nous l'agrément ; l'auteur distingué de la belle carte géologique de la Haute-Marne, M. Royer, notre doyen d'âge, acclamé vice-président ; M. Barrois, le savant maître de conférences de Lille, digne élève de son maître Gosselet et déjà son émule en travaux magistraux et en récompenses transnationales[1] ; enfin je citerai encore avec honneur M. Jannel, dessinateur en chef au chemin de fer de l'Est, dont les patientes recherches ont été si heureusement couronnées par la découverte de fossiles d'une importance de premier ordre. Mais les Confrères présents ne font pas oublier les absents : j'aurais aimé à retrouver, avec bien de nos compatriotes, les Hébert, les Lory, les grandes notabilités belges, les Dewalque, de La Vallée-Poussin, les de Koninck, les Cornet, les Briart, dont la place parmi nous était marquée et dont la présence eût ajouté à nos réunions tant de charme et de profit.

L'intimité ne tarda pas à s'établir entre nous, comme il arrive d'ordinaire entre gens voués à l'étude de la nature, et nous fîmes quelques instants après notre première campagne dans les carrières de ciment liasique situées aux portes de Charleville.

Je ne vous décrirai pas en détail les couches observées ; je ne vous rendrai attentif qu'à une circonstance qui me semble primer toutes les autres, à savoir : l'horizontalité des dépôts secondaires au pied des terrains primaires relevés et tourmentés ; fait de première valeur et qui constitue dans l'histoire de la géologie belge le premier point de départ, à partir duquel on s'est ultérieurement avancé si loin dans le champ des faits géologiques. Les excursions des jours suivants devaient nous faire reconnaître, sans quitter un moment les bords de la Meuse, la série entière des terrains Cambrien, Dévonien et Carbonifère ; c'était mener en

---

[1] La Société Géologique de Londres délivrait, en 1881, la médaille de Bigsby à M. Barrois, et en 1882 la médaille Murchison à M. Gosselet, qu'elle appelait en 1881 : « *That energetic and accomplished geologist* ».

fête tout ensemble le touriste et le géologue. Ajoutez que, pour donner satisfaction entière à l'un comme à l'autre, c'est un bateau qui devait nous servir de véhicule, bateau complaisant, assoupli par ordre supérieur aux exigences de nos convenances et même de nos caprices, s'arrêtant à la voix de notre chef, s'amarrant au pied des roches que notre marteau devait frapper ; puis reprenant sa marche, pour s'arrêter de nouveau et toucher celle des deux rives qui appelait nos observations. M. Cohen, ingénieur en chef, avait bien voulu mettre à la disposition de la Société un des bateaux de l'Administration et tout un personnel qui sut de bonne grâce se plier dès la première heure à ce genre de service bien nouveau pour lui. Le contentement peint sur tous les visages a été sans aucun doute sa meilleure récompense et l'expression sans contredit la plus éloquente de notre gratitude.

Je devrais vous parler à la fois de sites pittoresques et de coupes géologiques ; les courbes gracieuses de la Meuse, ses bords le plus souvent abrupts, couverts de forêts, ses bourgs et ses cités effleurant les eaux, aux cheminées fumantes, aux rues animées, aux usines retentissantes, et en même temps les surfaces dépouillées d'arbres aux roches schisteuses, inclinées dans le même sens, aux courbes variées, aux ploiements étranges, nous offraient à chaque pas une double nature de spectacle qui nous tenait ravis et attentifs. Ce qui me frappait surtout dans la vallée dont je suivais les contours, c'était l'absence de berges proprement dites et l'encaissement du fleuve entre des parois s'élevant sans ressaut et d'un seul jet d'au-dessous des eaux, jusqu'à des altitudes atteignant parfois à 200 mètres ; à peine y observe-t-on de temps en temps quelques méplats surbaissés, comme à Fumay et à Revin, sortes d'éperons avancés contournés par le fleuve ; près de Lasfour, la vallée impressionne par son aspect sauvage et sa profondeur qui ne mesure pas moins de 200 mètres. La coexistence singulière de riants méandres et de flancs escarpés réunit bizarrement à chaque pas les caractères du val de fracture et de la vallée d'érosion ; érosion, fracture, deux

facteurs d'ordinaire inséparables dans les pays de montagnes et dont il est souvent difficile de déterminer la part respective ; la rigidité des roches, l'âpreté des pentes, la direction S.-N. de la vallée, font primer ici les phénomènes de cassure. Une circonstance judicieusement mise en lumière par M. Gosselet donnerait la raison des courbures si répétées : la rencontre par le fleuve de roches résistantes, ployées en surfaces convexes, qui le contraignent à s'y réfléchir et à se dévier.

Des débarquements réitérés, des journées entières de terre ferme, rendaient le géologue à ses devoirs, et le sol schisteux et déclive qu'il rencontrait alors sembla plus d'une fois vouloir, par les efforts qu'il exigeait, lui faire expier les douceurs de la navigation ; nous pouvions du moins ainsi regarder l'Ardenne autrement que de bas en haut, et nous faire une idée nette de sa forme en plateaux si caractéristiques.

La journée du mercredi 5 fut particulièrement intéressante ; elle l'eût été bien davantage si une pluie inopportune par sa constance et sa force ne nous avait privés des vues à longue distance et du panorama qui se déroule du haut du plateau des hautes fanges ; pourtant quelques secondes d'éclaircie, précisément au moment où nous nous trouvions sur le point le plus élevé, près de la Cense-Jacob, nous permit d'entrevoir un coin du tableau, assez pour nous en faire deviner les beautés quand le soleil l'éclaire.

Nous nous trouvions au centre du vieux massif Cambrien, et le Dévonien, qui l'enveloppe de toutes parts, se déployait à nos yeux avec un relief, des couleurs et un aspect que lui imprimaient sa moindre altitude, ses roches moins ardoisières, en lui communiquant des aptitudes agricoles que le Cambrien ne possède pas.

La direction des couches du massif de l'Ardenne nous permettait sans cesser de côtoyer la Meuse, de les recouper et d'en reconnaître la nature et les relations ; notre savant guide les avait en quelque sorte numérotées et étiquetées par avance : nous n'avions qu'à ouvrir les yeux et à lire ; je me croyais dans notre Jardin-des-Plantes, où chaque arbre porte son nom.

Mais, si abordables que soient les lieux que l'on visite, si compétent que soit le guide qui vous conduit, on s'expose à bien des regrets au retour si l'on n'a eu le soin de faire avant le départ, dans les mêmes régions, un voyage avec les livres ; les documents ne me manquaient pas pour satisfaire à cette précaution, et je trouve ici l'occasion naturelle de remercier mes collègues et confrères du Nord de leur aimable attention à m'envoyer leurs publications. J'ai tout récemment traité, dans mon cours, des terrains primaires ; vous savez si j'ai puisé à longs traits à ces précieuses sources. En vue de la session de Charleville, j'ai voulu me rendre présent à l'esprit, non seulement le dernier mot dit par nos Maîtres, mais encore, en quelque sorte, le moment où chaque syllabe de ce mot a été articulée. Nos grammairiens d'aujourd'hui, cédant au courant essentiellement historique qui fait sentir son influence dans tous les domaines de la pensée, prétendent qu'on ne saurait bien connaître un mot que lorsque l'on connaît l'histoire de sa formation ; je prétends à mon tour que, pour bien comprendre un résultat quelconque, une découverte, il faut connaître les étapes diverses qui y ont conduit. Ésope ne se chargeait-il pas de boire la mer, si seulement on commençait par tarir les fleuves qui s'y rendent ! Il n'en est pas autrement de la vérité : l'esprit se refuse à la concevoir en bloc ; décomposée dans ses éléments comme dans ses affluents, elle devient assimilable. En face de la masse importante de faits acquis laborieusement à l'actif des terrains primaires du Nord, remontons donc résolument à la première heure de la première observation scientifique, et suivons-en attentivement les progrès successifs : c'est le préambule obligé de la session de Charleville.

Dès 1808, d'Omalius sépare d'un trait les terrains inclinés de ceux qui lui paraissent horizontaux, et s'attaque à l'étude des premiers. Il ne tarde pas à relever deux circonstances qui l'invitent à les scinder en deux groupes distincts ; une grande partie s'en montre revêtue d'un caractère ardoisier très prononcé, l'autre lui semble recouverte d'une teinte foncée qu'il attribue à la présence

du bitume ; de plus, une vaste formation conglomératique s'étend entre les deux et paraît y établir une ligne naturelle de démarcation ; en conséquence de cette double constatation, d'Omalius distingue tout d'abord et établit à la base un terrain qu'il appelle Ardoisier ; au-dessus, une individualité pétrographique nouvelle à laquelle il donne le nom de Terrain Bituminifère, qu'il changera plus tard (1828) en celui d'Anthraxifère, quand on lui aura démontré (Bouesnel) que l'anthracite jouait dans la coloration de son étage le rôle qu'il attribuait au bitume.

L'analyse de d'Omalius ne devait pas s'arrêter là ; la même année (1828), il détache de la partie supérieure de son terrain Anthraxifère un groupe nouveau que caractérise la présence de la houille, et constitue avec les schistes et les psammites qui l'encaissent ce qu'il appelle la Formation Houillère.

Il fait plus : étudiant de plus près ce qui lui reste de la masse anthraxifère, il y plonge un œil scrutateur et y discerne bientôt des associations spéciales d'éléments pétrographiques qui lui permettent d'y établir quatre divisions, quatre systèmes : un ensemble de poudingues, de psammites et de schistes rougeâtres, un groupe calcaire accompagné de schistes gris, un retour de schistes et de psammites non plus rougeâtres mais jaunâtres, enfin un second groupe de calcaires séparé du premier par les psammites et les schistes. Il se borne à reconnaître ces quatre termes ; il ne se rend pas encore un compte bien net de leur ordre relatif, encore moins de leur place dans la série générale des terrains ; la paléontologie n'a pas été consultée ; l'étude stratigraphique n'a pas cette fois encore la précision qu'elle va recevoir de mains plus jeunes ; pourtant le vaste ensemble est suffisamment dépecé et l'œuvre accomplie est suffisante pour assurer à son auteur le titre et la gloire de fondateur de la géologie belge.

D'Omalius n'avait pas essayé de pénétrer dans l'intimité de son terrain Ardoisier ; en 1830, notre savant compatriote Rozet observe que l'élément schisteux y prédomine à la partie inférieure, et cède plus haut la place à des roches moins feuilletées,

en bancs plus épais, à des grauwackes et des quartzites, et cette observation lui fournit la base d'une double division qu'il se contente d'énoncer sans donner de noms spéciaux. Cette même année, un jeune homme de 21 ans recevait de l'Académie de Bruxelles une récompense flatteuse : Albert Dumont voyait couronner son mémoire sur la Constitution géologique de la province de Liège. Initié à la géologie par d'Omalius, Dumont acheva en peu d'années l'œuvre de 1808 ; il consacre par des observations nouvelles les grandes divisions établies par son prédécesseur : la Formation Houillère, la masse anthraxifère, le terrain Ardoisier ; il reconnaît et adopte les quatre groupes de l'Anthraxifère, qu'il nomme système quartzo-schisteux inférieur, système calcareux inférieur, système quartzo-schisteux supérieur, système calcareux supérieur, et en fixe les relations stratigraphiques. Ce dernier progrès, qu'il réalise le premier, est la marque de son génie propre : la stratigraphie pure a trouvé dans Dumont son expression la plus élevée ; elle semblait avoir accumulé dans l'aire étudiée ses problèmes les plus insolubles ; Dumont en est venu à bout. A la lumière de principes qu'il est le premier à poser et qui forment sa méthode géométrique, et avec le secours d'une pétrographie attentivement étudiée, Dumont a réussi à établir la série des termes géologiques de la région.

Le terrain Ardoisier de d'Omalius, partagé en deux étages par Rozet, maintenu un moment (1832) avec ses deux divisions par Dumont, est bientôt par lui (1836) subdivisé en trois horizons correspondant : les deux premiers à un dédoublement de la division inférieure de Rozet, le supérieur au groupe des quartzites et des grauwackes ; il place à la base les ardoises de Deville et de Monthermé, dans le milieu celles de Fumay, à la partie supérieure les psammites fossilifères de Mondrepuits qui lui paraissent se lier aux premières couches anthraxifères.

Cette même tripartition, sans dénominations spéciales, se retrouve en 1842 dans le livre d'un homme qui a laissé d'impérissables souvenirs dans toute la région de la Meuse, de l'ingénieur Sauvage, auteur, en collaboration avec Buvigner, de la *Statistique*

minéralogique et géologique du département des Ardennes. Seulement, Sauvage se sépare de Dumont sur la question de la limite de l'Ardoisier et de l'Anthraxifère ; il la fait descendre au niveau d'un poudingue nommé poudingue de Fépin, à cause de son développement près de cette localité, qui n'était pour Dumont qu'un membre du groupe supérieur du terrain Ardoisier. Dumont ne tarde pas à se rendre à l'avis de Sauvage et fait suivre (1846) cette modification dans ses vues d'une autre non moins profonde sur sa manière d'envisager le terrain Ardoisier ; désormais (1846-1849), il n'y reconnaîtra plus que deux étages : l'un toujours plus spécialement schisteux et ardoisier, constituant le centre de l'Ardenne proprement dite, qu'il désigne pour cette raison terrain Ardennais; l'autre, dont l'aire géographique embrasse la région du Rhin, et qu'il appelle Rhénan.

L'année 1849 voit paraître la Carte géologique de la Belgique, cette œuvre monumentale que Dumont venait d'exécuter à lui tout seul en treize années ; il en avait été chargé à 27 ans, en 1836, un an après sa nomination de professeur de minéralogie et de géologie à l'Université de Liège.

Il voulut rendre ses divisions plus saisissables et eut recours à des appellations univoques ; il adopta pour chacune d'elles des noms tirés des diverses régions de son territoire : le Condrusien (Condros) réunit ses systèmes quartzo-schisteux et calcareux supérieurs de l'Anthraxifère ; l'Eifelien (Eifel) en abrita les deux autres, le quartzo-schisteux et le calcareux inférieurs ; ses investigations pénétrantes avaient reconnu dans son Rhénan trois unités de second ordre distinctes au point de vue pétrographique ; il les nomma : la première Ahrien (Ahr), la seconde Coblentzien (Coblentz), qu'il devait subdiviser plus tard en Hundsruckien (Hundzruck) et Taunusien (Taunus) et la troisième Gedinnien.

L'Ardennais comprit un premier groupe supérieur qu'il appela Salmien, du nom de Viel Salm ; les ardoises de Revin formèrent son Revinien, celles de Deville et de Fumay son Devillien. Vous n'êtes pas, mon cher ami, de ceux dont l'oreille se dresse et regimbe, et dont l'esprit se trouble à pareilles énu-

mérations ; vous admirez bien plutôt le labeur et la perspicacité dont témoigne une pareille analyse, et dans cet apparent chaos vous saluez le *fiat lux* ; vous savez combien je me plais à appeler l'attention de mes auditeurs sur ces merveilleuses clartés du lendemain, dissipant, au flambeau de la géologie, les obscurités de la veille.

Avec la carte géologique de son pays, Dumont n'estima pas son œuvre consommée ; il entreprit de dresser celle de l'Europe, et en 1855 il la présentait à Paris à l'Exposition universelle. Dans l'intervalle, le système calcareux supérieur de son Condrusien était devenu pour lui le Calcaire Carbonifère, et le système quartzo-schisteux supérieur avait reçu le nom de Famennien (Famenne). Deux ans après, André Dumont mourait à 48 ans.

Le monument était debout, l'histoire de la formation progressive du sol de la Belgique était écrite : deux hommes avaient suffi pour cette œuvre ; mais un ordre important de documents leur avait manqué, et leur récit risquait, à son défaut, d'être incomplet et inexact.

La phase nouvelle où venait d'entrer la géologie française allait bientôt combler ces lacunes et redresser ces erreurs. Dès 1829, Alexandre Brongniart, par des applications inattendues du caractère zoologique des formations, avait ouvert la voie ; Alcide d'Orbigny, quelques années plus tard, éleva sur les mêmes fondements l'édifice entier de la paléontologie stratigraphique ; ses exagérations mêmes assurèrent le succès de son œuvre et dotèrent l'histoire de notre planète de son véritable millésime ; dès-lors, la science géologique fut renouvelée et revêtit ce double caractère de précision et d'universalité qui fait sa raison d'être et son honneur. De Verneuil en France, Barrande en Bohême, Kaiser et les Roemer en Allemagne, de Koninck en Belgique, consacrèrent par leurs travaux cette rénovation ; la chaire de la Sorbonne propagea les mêmes doctrines, et, joignant l'exemple aux leçons, recruta une élite d'adeptes dans les jeunes générations.

Dumont, soit par insuffisance de notions, soit par négligence systématique, s'était borné à n'invoquer l'intervention du carac-

tère organique que d'une manière toute superficielle ; la présence ou l'absence, la rareté ou l'abondance de fossiles, sans étude spéciale des organismes, lui avait servi seulement à titre de caractère annexe à ses distinctions pétrographiques ; l'année 1860 marque, pour la Belgique particulièrement, l'ère mémorable des applications de la méthode paléontologique.

En 1855, M. Gosselet remplissait les fonctions de préparateur d'histoire naturelle à la Sorbonne; il fut peu de temps après nommé professeur de géologie à Lille : il semblait y être appelé pour contrôler et compléter, avec l'aide des méthodes nouvelles, l'œuvre de ses illustres prédécesseurs. Lille, en effet, c'était le nord de la France, le seuil de la Belgique, le domaine même des d'Omalius et des Dumont; l'ouvrier se trouva à la hauteur de l'œuvre. Dès 1860, la classification de Dumont reçut d'importantes modifications; la plus radicale assurément, la plus féconde en conséquences, fut celle qui consista à détacher du terrain Rhénan la formation ardoisière du Brabant et du Condros. M. Gosselet, à l'aide de la paléontologie, démontra que cette formation est plus ancienne qu'aucun des termes du Rhénan de Dumont. Dès-lors, elle ne dut plus être considérée comme formant la base immédiate du terrain Anthraxifère; elle ne saurait donc plus fournir de ligne de démarcation entre ce dernier et le terrain Rhénan. Or, le poudingue de Burnot, un des termes de l'Anthraxifère, avait paru à d'Omalius, Dumont et Élie de Beaumont, par sa discordance avec la formation ardoisière du Condros et du Brabant prise pour du Rhénan, constituer une ligne de délimitation de premier ordre entre les deux terrains. L'histoire nous a montré cette manière de voir, adoptée dès 1828, se perpétuer depuis ; la découverte de M. Gosselet n'aboutit à rien moins qu'à supprimer cette antique séparation ; un fidèle disciple de Dumont, le professeur Dewalque, va jusqu'à en réduire aujourd'hui l'importance aux proportions d'un simple accident de faille.

D'autres séparations ne tardent pas à disparaître devant de nouvelles connexions organiques non moins magistralement établies; le système Coblentzien de Dumont avec ses subdivisions (Taunu-

sien, Hundsruckien), et son système Ahrien, se confondent bientôt (1860 à 1868) en une série unique, sous le nom de Coblentzien ou de Grauwacke, dont les termes, étroitement reliés entre eux, se relient eux-mêmes aux premières assises de l'Eifelien (schistes et grès rouge de Hierges), en dépit de l'ancienne individualité, d'importance surfaite, du poudingue de Burnot.

L'Eifelien perdait donc au profit du Coblentzien la majeure partie de son système quartzo-schisteux inférieur ; de son côté, son système calcareux, unité jusqu'alors compacte et homogène, ne résiste bientôt plus à l'analyse des Roemer, Koninck, Dewalque et Gosselet, et se partage en trois horizons que l'absence de stringocéphales, leur abondance et leur disparition, distinguent nettement avec le secours des calcéoles pour l'horizon inférieur, et d'un cortège spécial de fossiles, entre lesquels en première ligne la *Terebratula cuboïdes*, pour le supérieur. Ces trois membres du nouvel Eifelien reçoivent les dénominations respectives de schistes et calcaires de Couvin, de calcaire de Givet ou Givetien, enfin de schistes et de calcaire de Frasne ou Frasnien (1860-1861).

La nouvelle faune frasnienne, qu'avaient naturellement méconnue les préoccupations jusqu'alors exclusivement pétrographiques, nous intéresse à plus d'un titre. Et d'abord, elle diffère assez nettement des faunes antérieures pour donner au nouvel horizon un degré remarquable d'autonomie, en même temps qu'une parenté plus étroite avec les faunes suivantes ; en second lieu, elle offre dans certains de ses représentants une similarité pleine d'intérêt avec un ensemble organique observé dans le Languedoc et tout près de nous, dans nos terrains paléozoïques de Cabrières ; ses *Cardium palmatum*, ses *Bactrites*, ses *Goniatites retrorsus* se retrouvent avec la même enveloppe ferrugineuse dans notre Midi, et présentent la circonstance, intéressante dans notre région comme en Belgique, d'accompagner des calcaires remarquables par leur forme lenticulaire. La présence dans ces mêmes calcaires de l'*Atrypa reticularis* et d'une grande diversité de couleurs, m'ont rappelé d'une façon surprenante nos roches de la Serre et de Bataille.

Je ne puis m'empêcher de vous signaler, à propos de ces similarités, les analogies singulières, au point de vue pétrographique, que m'a présentées un certain terme de la série Coblentzienne, le schiste rouge de Vireux, avec nos ruffes permiennes de Clermont-l'Hérault et de Lodève. Une pareille récurrence dans le temps et l'espace d'un mode si spécial de sédimentation était bien faite pour frapper mon attention ; j'y recueillais une nouvelle preuve de l'excellence du caractère organique aussi propre à rapprocher deux termes très dissemblables (rappelez-vous les Diablerets de Brongniart) qu'à séparer, comme dans ce cas-ci, deux termes en dépit de leurs ressemblances et presque de leur identité pétrographiques.

Les schistes et les psammites du système condrusien de Dumont avaient été désignés de bonne heure sous les noms de schistes de la Famenne et de psammites du Condros ; ils se ressentirent eux aussi, dans leur économie respective, de la nouvelle méthode d'examen. MM. Gosselet et Mourlon ont reconnu dans chacun un certain nombre de termes qui avaient échappé à leurs prédécesseurs ; deux Rhynchonelles *Rh. Omaliusii* et *Rh. Dumonti*, se révélèrent au premier comme les chefs de file de deux générations successives dans l'épaisseur des schistes de la Famenne ; les psammites du Condros livrèrent quatre horizons distincts aux études pénétrantes de M. Mourlon (Psammites d'Évieux, Macigno de Souverain Pré, psammites de Montfort, psammites d'Évieux, le plus récent de tous).

Il n'en fut pas de l'étage calcareux du système Condrusien comme de celui de l'Eifelien : ce dernier, nous l'avons vu, ne se dégagea que laborieusement et tardivement des horizons de Givet et de Frasne; le Calcaire carbonifère fut reconnu par Dumont, dès 1830, comme susceptible de se décomposer en trois masses, dans la distinction desquelles l'illustre stratigraphe ne dédaigna pas, cette fois du moins, de faire intervenir la spécialisation organique : calcaire à crinoïdes dans le bas, dolomie dans le milieu, calcaire à productus dans le haut ; toutefois la présence de productus dans la masse inférieure nuisait à la netteté

de la séparation; les beaux travaux de M de Koninck (1842-1844) accentuèrent la distinction des faunes de Tournay et de Visé, sans pourtant réussir à en établir les relations d'ancienneté. C'est encore à M. Gosselet (1860) que nous en devons la taxonomie correcte et précise ; il fit plus, il fit connaître au-dessous de l'horizon de Tournay, sous le nom de calcaire d'Etrœungt, une alternance de schistes et de calcaires où des représentants de la faune des schistes de la Famenne et des psammites du Condros se trouvaient mélangés aux organismes carbonifères : sorte de faune mixte, nouveau témoignage de cette continuité des phénomènes organiques et sédimentaires à travers les âges, dont les exemples vont toujours se multipliant, à la plus grande confusion des idées, hier encore en crédit, de catastrophes et de révolutions.

Plus tard (1861-1867), M. Dupont, examinant de près les six zones reconnues par M. Gosselet, en fit connaître sur de grandes surfaces les caractères et les dispositions ; il découvrit en 1863 les faunes spéciales d'Anseremme et de Waulsort, et préluda ainsi à la connaissance parfaite du Condrusien calcareux de Dumont, où M. Gosselet n'inventorie pas moins aujourd'hui (1883) de dix zones ; vous trouverez les divisions de M. Dupont dans le tableau suivant des Terrains primaires de l'Ardenne qui nous fut distribué à Charleville dès notre entrée en campagne.

Je place ce tableau sous vos yeux ; l'historique que je viens de vous exposer et que de sérieux efforts n'ont pas réussi à faire plus court, vous en éclaire la plupart des termes et les principales divisions ; mais il porte certaines indications qu'il est indispensable de vous faire comprendre : ce sera vous initier aux enseignements que nous avons nous-mêmes reçus et qui ont donné à la réunion extraordinaire de cette année son véritable intérêt et son importance scientifique.

La colonne de gauche vous donne la classification de Dumont, je n'y reviens pas ; celle du milieu énumère les différentes assises successivement conquises à titre d'horizons spéciaux par la féconde méthode paléontologique, rien ne saurait vous y arrêter ; que je vous dise seulement que, grâce à l'habile direc-

TERRAINS PRIMAIRES DE L'ARDENNE
ET DU SUD DE LA BELGIQUE.

Classification de Dumont.		Principaux groupes stratigraphiques.			Classification de M. Gosselet.
TERRAIN ANTHRAXIFÈRE.					TERRAIN CARBONIQUE.
SYSTÈMES.		*Divisions de M. Dupont.*			ÉTAGES.
Condrusien.	calcareux.	Calcaire à *Productus giganteus*; calcaire à stromatoporoïdes et *Productus undatus*....	Viséen.	Calcaire carbonifère.	
		Calcaire et dolomie à *Chonetes papilionacea*...			
		Calcaire à crinoïdes.....	Waulsortien.		
		Calcaire à stromatoporoïdes et *Syringothyris cuspidatus*.....			
		Dolomie et calcaire à crinoïdes et *Spirifer cinctus*.....	Tournaisien.		
		Calcaire à crinoïdes et *Spirifer cinctus*; Calschistes à *Spirifer tornacensis*.....			
		Divisions de M. Mourlon.			TERRAIN DÉVONIQUE.
	quartzoschisteux supérieur.	Psammites et macigno d'Évieux.....	supérieur.	Famennien.	Calc. d'Etrœungt à *Sp. distans*·
		Psammites de Montfort.....			Schistes de Sains à *Rh. letiensis*·
		Macigno de Souverain-Pré.....	moyen.		Schistes de Marienbourg à *Rh. Dumonti*.
		Psammites d'Esneux.....	inférieur.		Schistes de Senzeilles à *Rh. Omaliusi*.
	quartzoschisteux inférieur.	Schistes de Marienbourg et de Senzeilles.....			
		Schistes à *Cardiola retrostriata*.....	Frasnien.		
		Schistes à *Rhynchonella cuboïdes*.....			
	calcareux.	Calcaires à *Rhynchonella cuboïdes*.....	Givetien.		
		Calcaire de Givet à *Stringocephalus Burtini*.....			
		Calcaire à *Calcéoles*.....	Eifelien.		
		Schistes à *Calcéoles*.....			

Eifelien.	quartzoschisteux. supérieur.	Grauwacke de Hierges.	à *Sp. cultrijugatus*	Coblentzien.
			à *Sp. Arduennensis*	
	quartzoschisteux inférieur.	Schistes rouges et Poudingue de Burnot		

TERRAIN RHÉNAN.

Ahrien		Grès noir de Vireux	Coblentzien.
		Grauwacke de Montigny	
Coblentzien.	Hundsruckien.	Grès d'Anor	Taunusien ?
	Taunusien.		
Gedinnien		Schistes de Saint-Hubert	Gedinnien.
		Schistes bigarrés d'Oignies	
		Schistes de Mondrepuits	
		Arkoses d'Haybes	
		Poudingue de Fépin	

TERRAIN ARDENNAIS.

TERRAIN SILURIQUE INFÉRIEUR
OU CAMBRIEN.

Revinien	Schistes et quartzites de Bogny	Devillo-Revinien.
Devillien	Schistes ardoisiers et quartzites de Deville	
Revinien	Schistes et quartzites de Revin	
Devillien	Schistes ardoisiers et quartzites de Fumay	

GOLFE DE CHARLEVILLE.

Coblentzien	Grès bleu	Coblentzien.
	Grès gris fossilifère et calcarifère	
	Schistes noirs avec grès gris	Taunusien.
	Schistes verts (côté nord)	Gedinnien.
	Psammites du Varidon (côté sud)	
Gedinnien	Schistes bigarrés de Joigny (côté nord)	
	Schistes du Mt-Olympe (côté sud)	
	Quartzophyllades de Braux (côté nord)	
	Schistes noirs de Levrezy (id.)	
	Grès et Poudingue de Tournavaux (id.)	

tion de nos chefs, il nous a été donné de les passer en revue l'une après l'autre, et de reconnaître *pede* et *oculo* l'autonomie respective de chacune d'elles ; j'ai pu m'assurer ainsi des clartés inattendues dont une étude minutieuse et attentive est susceptible d'illuminer les premières obscurités du premier regard : nodules, concrétions, veines quartzeuses, lopins calcaires, lamelles de mica, délinéaments organiques à peine reconnaissables, tout prend des proportions hors de mesure sous un examen prolongé ; les similarités de la première heure ne tardent pas à se résoudre en différences radicales : bonne leçon de géologie pratique que nous n'aurons garde de laisser perdre pour l'étude de nos horizons schisteux ; mais aussi, témoignage d'une persévérance et d'une perspicacité vraiment dignes d'admiration !

Vous lisez dans la colonne de droite les mots Carbonique, Dévonique, Silurique inférieur ou Cambrien ; ils vous rappellent par leur terminaison la nomenclature usitée par M. le professeur Renevier dans son excellent tableau des terrains sédimentaires, et qu'il a réussi, je crois, à faire adopter par la Commission du Congrès géologique international. Ils vous mettent, de plus, en face d'un autre avantage de la méthode paléontologique : celui d'élargir les cadres d'une chronologie purement locale, et de la transformer en chronologie universelle du globe ; limitée fatalement à une surface restreinte par l'emploi exclusif de la pétrographie, et par celui de dénominations exclusivement locales, l'échelle stratigraphique de Dumont risquait de demeurer à jamais lettre-morte au dehors des frontières belges : le caractère organique remis en possession de sa valeur de millésime a fait disparaître les diversités secondaires devant l'unité dans le temps ; l'histoire de la planète possède désormais, comme l'histoire civile elle-même, son art de vérifier les dates ; une langue universelle a remplacé les idiomes : les dénominations d'*Ardennais*, de *Rhénan*, d'*Eifelien*, de *Condrusien*, et tant d'autres, disparaissent comme des échafaudages qui s'écroulent quand l'édifice est construit : les mots Carbonique, Dévonique, Silurique inférieur ou Cambrien, sont des mots à l'usage de tous, désignant les époques diverses

dont le sol belge offre aux historiens de ces âges reculés les archives et les vieux monuments. Déjà, en 1842, Sauvage, dans sa *Description des Ardennes*, essaie d'élargir les barrières et fait l'Ardoisier de d'Omalius synonyme de Cambrien, rapprochement que vient de confirmer récemment l'heureuse trouvaille de l'*Oldhamia* par M. Jannel dans la partie supérieure des schistes de Fumay. Sauvage rapporte encore au Silurien les assises inférieures de l'Anthraxifère, et au Dévonien tout l'Eifelien et le système quartzo-schisteux du Condrusien. Dumont lui-même, en 1847, en tête de son *Mémoire sur le terrain Ardennais*, affirme, en passant et sans y insister, que son Rhénan correspond au Dévonien inférieur. D'Omalius, dans son *Abrégé de Géologie* (1853), rapporte l'Ardennais au Silurien, énonce le Rhénan sans autre synonymie, et remplace l'appellation de terrain Anthraxifère par celle de terrain Dévonien ; le savant professeur de la Sorbonne, l'éminent représentant de l'École française de paléontologie stratigraphique, M. Hébert, apporte en 1855 un degré plus haut de précision et établit que « le terrain Rhénan tout entier, y compris le système gedinnien, est l'équivalent de la série Dévonienne de Néhou. »

Le tableau qui est sous vos yeux vous donne le dernier mot sur cette question de synchronisme. Il suffira pour le moment ; d'ailleurs vous nous avez vous-même ouvert une source abondante de documents à cet endroit, dans la lumineuse analyse que vous venez de faire, pour notre *Revue*, du remarquable ouvrage de M. Barrois sur les terrains anciens des Asturies et de la Galice (1881). Revenons à notre tableau.

Il porte dans sa partie inférieure, à la colonne du milieu, la rubrique : « Golfe de Charleville ». Cette expression, qui retentit à mon oreille à la première heure, me surprit tout d'abord étrangement, je vous l'avoue : ma promenade de la veille m'avait bien convaincu que Charleville n'était pas un port de mer et qu'il n'en était pas d'elle comme de Naples ; cependant l'expression « Golfe de Charleville » semblait, dans la bouche de notre président et pour l'auditoire auquel il s'adressait, jouir de la même notoriété. Je me rappelai ma surprise en Bourgogne, à l'ouïe de l'horizon

du *foie de veau*, si bien connu dans la région que l'on oubliait d'en donner la synonymie aux confrères du dehors ; mais ici, il ne s'agit plus d'une simple dénomination de clocher, il y va d'une notion bien autrement importante, celle d'une restauration de l'état des lieux à une époque géologique déterminée. Je n'eus pas de peine à rentrer dans l'ordre d'idées que les travaux du professeur de Lille et les planches de son *Esquisse* ont rendu si familier à nos confrères du Nord, et je compris bientôt qu'il était question de la Charleville dévonienne. Je me remémorai les essais de géographie rétrospective d'Alcide d'Orbigny pour la France, de Heer pour la Suisse, de M. de Saporta, précédés de ceux de M. Hébert, pour le bassin de Paris et l'Europe elle-même, et de celui d'Élie de Beaumont pour l'époque des lignites du Soissonnais. M. Gosselet n'a pas dressé moins de six cartes dans son *Esquisse*, pour initier ses lecteurs à la formation progressive du nord de la France et des contrées voisines.

La même expression « Golfe de Charleville » implique une seconde notion, corollaire de la première, et qui tend à prendre chaque jour plus d'importance ; je veux parler de celle des faciès. Elle n'est au fond qu'une application rationnelle des phénomènes actuels. Vous connaissez les intéressants travaux de Gressly, qu'on peut appeler à bon droit le promoteur de ce genre de considérations ; ses études sur le Jura Soleurois ont ouvert une voie nouvelle où les géologues le suivent aujourd'hui ; le fait, qui s'observe tous les jours, d'une différenciation pétrographique et même organique se produisant dans des sédiments contemporains aux divers lieux de leur dépôt, n'avait encore été signalé à l'occasion d'aucune époque géologique. Gressly discerna dès l'époque jurassique cet ordre de phénomènes ; proximité ou éloignement des côtes, nature des roches littorales, profondeur des eaux, ces diverses circonstances se révélèrent à lui comme des agents modificateurs, à une même époque, de la sédimentation et de la vie ; les dénominations de faciès pélagique, littoral, vaseux, coralligène, firent dès-lors leur entrée dans notre vocabulaire géologique. M. Marcou a fait de ces derniers une heureuse appli-

cation à son Jura Salinois. C'est ce même ordre de faits, dont M. Gosselet vient de démontrer la réalité dès les temps primaires. Ne se bornant pas à inventorier les termes d'une même série verticale d'assises, mais suivant chacun d'eux sur les différents points de son extension géographique, il a été amené à saisir, pour chacune, des variations notables dans son allure et sa composition.

Ces constatations impliquaient naturellement la connaissance préalable de l'état tout au moins approximatif des lieux, à l'époque où les dépôts en question se formaient.

Jetez les yeux sur la belle carte géologique de la Belgique dressée par M. Dewalque au 1/500,000e : il serait dificile de réaliser mieux les conditions de netteté et en même temps de goût dans le choix des couleurs que réclament les travaux de ce genre. La carte de Dumont, malgré son échelle plus réduite, est déjà plus que suffisante pour nous donner l'idée des principaux traits de cette géographie rétrospective ; toutefois elle ne donne d'une manière ni aussi nette ni aussi correcte la bande silurienne sise au sud de Namur et qui devait séparer les eaux occupant la région de Dinant de celles de la région dont Namur est le centre. Ces délinéaments du continent antédévonien se reconnaissent mieux sur la carte de M. Dewalque ; le massif silurien de Rocroy s'y montre séparé par un étroit espace d'une crête du même âge qui s'allonge au nord de Sedan et doit probablement aller bientôt le rencontrer et se souder à lui en se prolongeant vers l'ouest ; cette soudure, à la hauteur de Charleville même, établit un véritable golfe que M. Gosselet a bien justement appelé « Golfe de Charleville » ; à l'est, saille l'îlot de Serpont, et un peu plus loin une crête élargie dans son milieu, à la hauteur de Stavelot, qui devait s'élever en forme d'écueil ou d'île du milieu des eaux. Au nord, la bande schisteuse du Condros, s'étendant de l'est à l'ouest sur une longueur que l'on ne peut guère préciser, se montre bordée des deux côtés de dépôts dévoniens ; elle a donc formé barrière au milieu des eaux dévoniennes et servi de rebord commun à deux dépressions parallèles où se produisaient simultanément des phénomènes de sédimentation. Ces dépressions

reçoivent, vous le savez, dans le langage géologique, la dénomination générale de bassins [1]; vous en verrez la représentation pittoresque dans l'élégante figure de l'ouvrage de MM. Rutot et van den Broeck, *le Sol de Bruxelles à travers les époques géologiques*; mais vous la trouverez bien autrement saisissante de détails dans la Pl. I, A de l'*Esquisse* de M. Gosselet.

Le bassin de Dinant s'y montre avec ses sinuosités, ses accidents rocheux, ses portions élargies, ses rétrécissements ou détroits, avec une netteté et une fraîcheur de traits comparables au tracé d'une carte moderne. Des passages ainsi découpés ne font pas d'ordinaire la navigation facile; vous pouvez donc juger, et vous savez déjà, du reste, par expérience, s'il est aisé de naviguer dans les mers de cet âge. Le savant professeur a triomphé de tous les obstacles. C'est qu'il avait en mains une boussole qui, malgré des affolements passagers, lui a permis de reconnaître sûrement sa route en dépit de tout ce qui pouvait l'en faire dévier.

Parmi toutes les causes d'égarement, il faut précisément placer en première ligne toutes les sortes d'influences si bien mises en lumière par Gressly, et naguère encore par M. de Saporta, à propos des stations végétales, et qui sont autant d'éléments de la notion de faciès. Les bassins dévoniens, avec la diversité de leurs contours et la composition variée de leurs bords, ne devaient pas nourrir dans toute leur étendue les mêmes animaux ni recevoir la même nature de sédiments; de là, des difficultés de plus d'un genre pour la reconnaissance des terrains, par suite de la rupture fréquente du fil si précieux de la continuité des dépôts ou des identités organiques.

Un emploi rationnel de la méthode paléontologique a permis à M. Gosselet de ne pas se perdre au milieu de ces variations, et

---

[1] Il serait désirable que cette expression de « *bassin* » qui n'est déjà pas elle-même à l'abri de toute objection (V. Manuel de la Beche, traduction, pag. 249) ne reçût pas d'autre signification et ne fût pas employée quelquefois à désigner la partie concave des plis à laquelle l'expression de « *fond de bateau* » pourrait être réservée, comme aussi celle de « *Synclinal* », en appelant *selle* en *dos d'âne* la portion convexe.

de ressaisir au sein des plus grandes différences l'unité des formations.

Lisez son *Esquisse* : elle vous fera connaître tout ce qui s'est passé à l'époque dévonienne sur chacun des points des bassins de Dinant et de Namur, aussi bien au large que près de chacun des bords, et autour des écueils et des îles. « Aux époques gedin-»nienne et coblentzienne, nous y dit-il, les formations arénacées »se produisaient presque exclusivement sur le rivage nord du bas-»sin de Dinant, tandis que le côté sud du même bassin, abrité »par l'île silurienne de Stavelot, ne recevait guère que des sédi-»ments de nature argileuse ». Ne diriez-vous pas qu'on a retrouvé l'homme gedinnien et ses tablettes à ses côtés ?

J'ai appelé souvent votre attention, vous vous le rappelez, sur le double principe que Bronn a si nettement démontré présider à l'évolution des êtres : celui des modifications de fond tenant au développement organique lui-même, et celui des modifications de forme et comme de surface, commandées par les adaptations aux milieux. Il ne s'agit donc de rien moins, dans la question des faciès, que de démêler dans les différences organiques de deux dépôts distants l'un de l'autre, les modifications en fonction du *lieu* de celles en fonction du *temps*. Ne vous étonnez pas si l'étude des terrains ainsi comprise est moins simple aujourd'hui qu'aux premiers jours des reconnaissances géologiques, et si elle donne lieu à des hésitations et à des divergences d'interprétation; c'est ainsi que M. Gosselet ne serait pas éloigné de considérer le Taunusien de Dumont comme un simple faciès local des couches encaissantes, comme il ne voit dans l'Ahrien du même auteur et dans les psammites du Condros que des manières d'être de la zone de Vireux et des schistes de la Famenne. Loin de moi la pensée de prendre parti en pareille matière ; j'ai voulu seulement vous rendre attentif aux fécondes applications du principe des faciès, et aussi saisir l'occasion au passage de vous dénoncer le danger qu'il présente pour des esprits moins prudents, qu'il risque de séduire en leur offrant la solution trop prompte de difficultés stratigraphiques.

La série de termes inscrits dans la colonne de droite sous le titre : « Terrain Dévonique », fait connaître les dépôts du bassin de Dinant, que M. Gosselet considère comme les équivalens du Famennien de M. Mourlon.

Dans ma jalousie de ne rien vous laisser ignorer de ce que j'ai vu d'intéressant, je m'en voudrais si je passais sous silence, sous prétexte de longueur, un certain nombre de faits, entre les plus saillants que chacune des grandes formations du champ parcouru nous a donné l'occasion d'observer ; je serai court dans cette revue.

Je relève tout d'abord dans le terrain Cambrien la présence de ses veines ardoisières, qui jouent en quelque sorte dans son épaisseur le rôle des veines de charbon dans les grès et dans les schistes houillers. Fumay, Revin, Deville, vivent de l'exploitation de ces bancs spéciaux, comme notre Bessèges et notre Graissessac de leurs veines de charbon. Comment des roches schisteuses ont-elles bien pu ainsi affecter à certains niveaux une structure aussi particulière ? Dans quelles conditions ont bien pu se produire ces alternances si régulières de quartzites et d'ardoises, ces deux roches si disparates ? Avons-nous affaire à une composition primordiale ou à des modifications ultérieures ? Ce sont des problèmes encore discutés, dont nous nous sommes plu à observer les termes, mais que les savantes recherches de M. Renard ne sont parvenues encore qu'à éclairer d'un demi-jour.

J'y relève encore le cortège de ses masses minérales, ses schistes, ses quartzites, ses quartzophyllades, ses psammites, que les études locales ont si bien fait connaître, sous la pression de la nécessité de suppléer aux différenciations organiques. Elles ont réussi, car une simple prédominance de teintes, la présence ou l'absence d'une substance minérale déterminée (fer oxidulé, ottrélite, etc...), a permis d'établir des distinctions et d'asseoir des niveaux ; ses roches feldspathiques, porphyres, diorites, nous ont bien redit la longue histoire des discussions dont elles ont été l'objet ; mais elles ont gardé encore leur mutisme sur leur vraie nature, tout en paraissant aujourd'hui secouer

plus que précédemment leurs attaches avec le métamorphisme.

J'y relève enfin la grande réalité des ploiements gigantesques et leurs conséquences si décevantes pour la stratigraphie. Il serait difficile de rencontrer dans des conditions meilleures d'observation, des témoignages plus manifestes d'actions mécaniques perturbant avec plus d'uniformité et d'énergie des terrains d'une étendue et d'une épaisseur hors de mesure : des feuilles de papier superposées, refoulées sur elles-mêmes, rabattues d'un même côté, puis rognées, suivant un même plan, dans leurs parties convexes supérieures, vous donneraient une image assez fidèle des plis ou *bonds* qui frappent l'œil à chaque pas. Il arrive même que le froncement est moins simple ; on le voit parfois affecter l'une des branches du pli et reproduire assez exactement les ondulations imprimées dans le sens vertical à la corde d'un fouet dont on brandirait le manche ; vous en trouverez la figure dans les planches de l'*Esquisse* de M. Gosselet et dans son travail sur les schistes de Fumay. Ce qui en résulte pour la relation des strates entre elles et aussi pour l'allure de la strate elle-même, je vous le laisse à deviner ; la conséquence la plus immédiate est, vous l'avez compris, le renversement de l'ordre normal des termes d'une même série ; une seconde sera la réapparition d'un ou plusieurs mêmes termes à la surface : tout autant de causes d'erreurs et aussi de divergences d'interprétation dans l'histoire de ces vieux terrains. Le tableau que j'ai mis sous vos yeux porte la trace de ces difficultés. Vous aurez été peut-être surpris de rencontrer dans la série des noms inscrits dans la colonne de gauche, sous le titre de terrain Ardennais, un retour alternatif des mots Devillien et Revinien ; il a trait à une différence de manière de voir entre Dumont et M. Gosselet : Dumont ne voyait que deux masses distinctes dans son terrain Ardennais, mais imbriquées l'une dans l'autre à la suite de plissements ; Deville et Fumay formant un système unique, le Devillien réapparaîtrait par deux plis, enveloppé dans les plis concordants d'un second système unique plus récent, le Revinien. M. Gosselet estime avoir affaire à quatre termes différents, dont le groupe de Bogny formerait le supérieur

et celui de Fumay l'inférieur, si toutefois l'ordre de superposition apparent était l'ordre normal.

Je ne reviendrai pas sur les nombreuses zones du terrain Dévonien, si remarquables au double point de vue pétrographique et organique, j'en abandonne les détails au compte rendu officiel; je signalerai seulement les exemples vraiment impressionnants de discordance qu'on observe à sa base, à la grotte de Linchamp et à la roche aux Corpias, vraies bornes kilométriques sur la route du temps, comme dirait Buffon, posées entre les vieux temps cambriens et l'ère des Spirifères.

L'étude du Carbonifère nous a moins arrêtés; nous avons pourtant reconnu les horizons de Tournay, de Waulsort et de Visé entre Hastières et Dinant ; mais l'intérêt qui s'attachait en 1863, lors de la réunion extraordinaire à Liège, à la séparation de ces trois étages, depuis lors acceptée de tous, cédait, vingt ans après, la place à des questions d'un ordre tout différent, et que les conceptions récentes de M. Dupont sur la géogénie des calcaires dévoniens et carbonifères avaient portées à l'ordre du jour.

Nous avons lu ensemble le savant exposé qu'en a fait l'auteur dans le *Bulletin* du Musée royal d'Histoire naturelle de Belgique ; vous avez même dessiné pour mon cours, à titre d'application du phénomène actuel des coraux, les planches qui nous y représentent les « îles coralliennes de Roly et de Philippeville ».

Je n'étais donc pas étranger aux théories nouvelles ; c'était une bonne préparation pour les contrôler sur place. La vue des lieux m'a, je l'avoue, véritablement ému ; déjà le soin qu'avait pris notre guide des deux derniers jours de nous démontrer la structure coralligène des calcaires, de nous faire toucher du doigt, sur la roche en place et sur des plaques minces, ses laborieux agents de construction, les Stromatactys et les Pachystromas, la distinction tout au moins ingénieuse qu'il avait rendue presque évidente à nos yeux, entre ses calcaires *construits* et ses calcaires *détritiques;* et aussi, il faut bien le dire, l'accent animé, entraînant,

imagé de la conviction, tout semblait conspirer à nous arracher sur l'heure une adhésion sans réserve ; déjà il nous semblait voir la côte et ses récifs frangeants, les chenaux, les lagunes... Nous assistions à la croissance des coraux... à leur mort.., au remplissage ultérieur des passes et des lagunes par les schistes frasniens, famméniens, même houillers !.... Je m'arrête : la journée du lendemain a fait tort dans mon esprit à celle de la veille ; l'extension au calcaire carbonifère de la géogénie dévonienne m'a paru forcée ; j'attendrai avec vous les nouveaux arguments que la session fournira l'occasion naturelle de produire ; en attendant, je n'oublierai jamais que j'ai cru voir un moment sous mes yeux l'image pétrifiée de l'atoll Keeling dans ses moindres détails.

Le lendemain de la clôture de la session, nous sommes allés à Bruxelles rendre visite aux Iguanodons de Bernissart, et saluer celui d'entre eux qui a été monté sous l'habile direction de M. Dollo, aide-naturaliste au Musée. Ces gigantesques reptiles ont été extraits de leur gîte, sis à plus de trois cents mètres de profondeur, grâce aux ingénieux procédés de conservation imaginés et pratiqués par M. de Pauw, contrôleur des ateliers.

C'est dans une crevasse profonde comblée par l'argile wealdienne, dans une faille du terrain houiller, que ces animaux, à l'état adulte et presque complets, ont été trouvés à quatre niveaux différents. L'*Iguanodon Bernissartensis* n'a pas moins de $8^{m},60$ du bout du museau à l'extremité de la queue, et la station bipède de l'individu exposé sous la vitrine l'élève à une hauteur de $4^{m},36$ centim. au dessus du sol.

Un cortège nombreux de Chéloniens, de poissons et de plantes, accompagnait ces énormes bêtes ; MM. Van Beneden, Sauvage, de Saporta, se sont joints à l'éminent directeur du Musée pour compléter par l'étude paléontologique les observations qu'il avait faites sur les conditions stratigraphiques du gisement. Les conclusions du rapport de M. Dupont nous transportent au milieu de scènes de ce monde ancien dont certains parages du nôtre nous présentent la fidèle image ; rapprochez le tableau qu'il nous en

trace et dans lequel l'agrément du langage se marie si bien à la rigueur scientifique, de celui, non moins vivant, qui nous reproduit les bords du lac d'Armissan sous la plume de M. de Saporta ; rappelez-vous encore les différentes circonstances qu'a révélées à notre compatriote, M P. Cazalis, le gisement des *Elephas meridionalis* qu'il a exhumés avec tant de succès à Durfort, et vous aurez une somme de preuves plus que suffisantes de la tranquillité avec laquelle s'accomplissaient les phénomènes dans cette nature des anciens âges, au tempérament si méconnu.....

Et maintenant, Israël à vos tentes ! il n'est que temps que Neffiez et Cabrières bénéficient de Charleville.

EXCURSIONS BOTANIQUES EN ESPAGNE

Par **G. ROUY**.

ORIHUELA, MURCIA, VELEZ-RUBIO, HELLIN, MADRID, IRUN.

(Mai 1881. — Juin 1882.)

(*Suite* [1])

Senecio linifolius L. Orihuela, 2, 5. De Lebrilla à Alhama. Velez-Rubio, 2. — S. Gallicus Chaix var. difficilis DC. (S. difficilis Duf.). Hellin, 3 ; — var. exsquameus DC. (S. exsquameus Brot.). Madrid : Casa de Campo. — Anacyclus clavatus. Pers. Orihuela, 2. Murcia, 3. Velez-Rubio, 1. Alhama. Hellin, 1. — *A. Valentinus* L. Orihuela, 1. — *Achillea Ageratum* L. Orihuela, 4. Murcia, 3. Puerto de Lumbreras. — A. santolinoides Lag. Orihuela, 2, 4. Murcia, 3. De Totana à Lorca. — *Santolina Chamæcyparissus* L. var. *incana* G. et G. Velez-Rubio, 1 ; — var. *virens* Willk. (S. squarrosa Willd.). Hellin, 2. — Pinardia coronaria Less. Murcia, 3. De Totana à Lorca. — Artemisia glutinosa Gay. Orihuela, 6. De Puerto à Velez. — A. Hispanica Lam. Orihuela, 6. Hellin, 2. — *A. Barrelieri* Bess. De Totana à Lorca. — A. Herba-alba Asso var. incana Boiss. De Totana à Lorca. — Helichrysum decumbens Camb. Orihuela, 5. — H. Stœchas DC. var. *Hispanicum* Rouy (H. Hispanicum Jord. et Fourr.). Puerto de Lumbreras.

---

[1] Voir numéros de décembre 1882 et juin 1883.

— H. serotinum Boiss. De Puerto à Velez. Hellin, 1, 3. — *Filago Duriæi* Coss. Hellin, 4. — F. micropodioides Lag. Murcia, 4. — *F. pseudo-Evax* Rouy. Hellin, 1. — F. spathulata Presl. var. prostrata Willk. Murcia, 4. — F. Germanica L. var. lutescens Coss. et Germ. Madrid : Casa de Campo. — F. minima Fries. Madrid : Casa de Campo. Phagnalon saxatile Cass. Orihuela, 1, 3 ; — var. intermedia DC. (Ph. Lagascæ Cass.). Orihuela, 1, 5. — *Ph. rupestre* Cass. Hellin, 1. — *Bellis microcephala* Lge. Hellin, 1. — Asteriscus aquaticus Less. Madrid : Casa de Campo ; — var. *pygmæus* C. H. Schultz. Hellin, 4.— A. spinosus G. et G. Orihuela, 4. Hellin, 1. Madrid. — Cupularia viscosa G. et G. Orihuela, 5. Alhama. Hellin. 1. — *Pulicaria odora* Reichb. Madrid : Casa de Campo. — P. Dysenterica Gærtn. Velez-Rubio, 1. — Inula montana L. Velez-Rubio, 1. — Micropus bombycinus Lag. Murcia, 4. Hellin, 1. — *M. supinus* L. Puerto de Lumbreras. — Calendula arvensis L. Madrid.— Echinops strigosus L. Orihuela, 2. Murcia, 1. De Lebrilla à Alhama. — *Atractylis humilis* L. Puerto de Lumbreras. Hellin, 1. — *A. cancellata* L. Orihuela, 1. Murcia, 2. De Puerto à Velez. — *Xeranthemum erectum* Presl. Puerto de Lumbreras. Velez-Rubio, 1 ; — var. *pumilum* Rouy. Hellin, 1. — *Onopordon corymbosum* Willk. Puerto de Lumbreras : la Rambla. — *O. Ilyricum* L. Orihuela, 2. Murcia, 1, 3. Hellin, 1. — *O. acaule* L. Velez-Rubio, 1. Hellin 3. — Silybum Marianum Gærtn. Orihuela, 2. — Notobasis Syriaca Cass. Orihuela, 5. — Picnomon Acarna Cass. Orihuela, 1, 2. Murcia, 1.— *Cirsium echinatum* DC. Velez-Rubio, 2.— C. lanceolatum Scop. Irun, 2. — C. filipendulum Lge. Irun, 2. — Cirsium palustre Scop. var. spinosissimum Willk. Irun, 2. — C. Monspessulanum All. var. ferox Coss. Velez-Rubio, 1. — Galactites tomentosa Mœnch. Orihuela, 2. Murcia, 1. Alhama. Hellin, 1. — *Carduus Granatensis* Willk. Velez-Rubio, 1, 2. — *C. Valentinus* B. et R. Orihuela, 1. Hellin, 1, 3 ; — var. *pycnocephaloides* Rouy. Murcia, 2. — C. Reuterianus Boiss. Madrid : Casa de Campo ; — var *pycnocephaloides* Lge. Orihuela, 3. — *C. pycnocephalus* L. Orihuela, 1. Hellin, 1. — Jurinæa pinnata DC. Velez-Rubio, 2. — Leuzea conifera DC. Velez-Rubio, 1. Hellin, 2. — *Serratula pinnatifida* Poir. Velez-Rubio, 1. — *Kentrophyllum arborescens* Hook. (Durandoa Clausonis Pomel). Orihuela, 1, 3, 5 6. Murcia, 2, 4. De Totana à Lorca. — K. lanatum DC. Orihuela, 1, 2. De Totana à Lorca. — *Centaurea pullata* L. Orihuela, 4. Murcia, 1, 3. — *C. linifolia* Vahl var. *submollis* Rouy. Hellin, 1. — *C. intybacea* Lam. Puerto de Lumbreras. — C. Boissieri DC. Velez-Rubio, 2. — C. Lagascæ Nym. (C. incana Lag. non Ten.). Orihuela, 5.— C. macrorhiza Willk. Velez-Rubio, 1, 2.

— C. ornata Willd. var macrocephala Willk. Velez-Rubio, 1. Madrid : Casa de Campo. — C. saxicola Lag. Orihuela, 1, 3. — C. Melitensis L. Orihuela, 1, 2. Murcia, 3. De Lebrilla à Alhama. — *C. Nicænsis* All. (C. fuscata Desf.). Orihuela, 2, 4. Murcia, 3. De Totana à Lorca. — *C. Seridis* L. Murcia, 2. Alhama ; — var. *maritima* Willk. (C. maritima Duf.). Orihuela, 2, 4. Murcia, 1, 3. De Totana à Lorca. Hellin, 2. Alhama. — *C. sonchifolia* L. Alhama. — *C. Malacitana* Boiss. Puerto de Lumbreras. De Puerto à Velez. — C. aspera L. Orihuela, 2, 4 ; — s.-var. subinermis. Murcia, 2. De Puerto à Velez; — var. *scorpiurifolia* Willk. (C. scorpiurifolia Duf.). Alhama ;— var. *stenophylla* Willk. (C. stenophylla Duf.). Hellin, 2. — Microlonchus Clusii J. Gay DC. Orihuela, 5. — *M. Valdemorensis* Cut. Hellin, 2. — *Crupina Crupinastrum* Vis. Puerto de Lumbreras. Hellin, 1. — Sonchus tenerrimus L. Orihuela, 5. Hellin, 3. — *S. zollikoferioides* Rouy. De Totana à Lorca. — *Andryala Ragusina* L. Murcia, 2. Hellin, 1, 3 ; — var *minor* Lge. Velez-Rubio, 1. — *A. Rothia* Pers. Madrid : Casa de Campo. — Crepis albida Vill. var. minor Willk. s.-var. mollis. Velez-Rubio, 2.— *Picridium Tingitanum* Desf. De Totana à Lorca ; — var. *subacaule* Willk. Orihuela, 5. Hellin, 1. — *Zollikoferia resedæfolia* Coss. Puerto de Lumbreras. De Puerto à Velez. Hellin, 1 ; — var. *viminea* Lge. Murcia, 2 ; — var *minor* Rouy. Puerto de Lumbreras. Velez-Rubio, 1. — *Z. pumila* DC. Orihuela, 5. Hellin, 2. — *Z. spinosa* Boiss. (Lactuca spinosa Lam.). Puerto de Lumbreras. — Microrhynchus nudicaulis Less. var. divaricatus DC. Orihuela, 3, 5. — *Scorzonera graminifolia* L. var. major Willk. et Lge. Hellin, 3 ; — var *intermedia* Rouy. De Puerto à Velez. Hellin, 3 ; — var. *minor* Willk. et Lge (S. pinifolia Gouan). Orihuela, 5. Puerto de Lumbreras. Velez-Rubio, 1, 2. Hellin, 3. — Urospermum picroides Desf. Puerto de Lumbreras ; — var. *pumilum* Hellin, 1. — Leontodon Hispanicus Mérat. Velez-Rubio, 1. Hellin, 3. — Thrincia hispida Roth var. *minor* Boiss. Hellin, 1.— Scolymus Hisp. L. Orihuela, 2. Murcia, 2. Lebrilla.— *S. maculatus* L. De Totana à Lorca. Alhama. — Catananche cærulea L. Orihuela, 5 — *Cichorium divaricatum* Schousb. Hellin, 4. — *Hedypnois rhagadioloides* Willd. Hellin, 2.

Xanthium spinosum L. Orihuela, 2.

Campanula dichotoma L. Orihuela, 5. Hellin 3.—C. Erinus L. Orihuela, 1.— C. patula L. Irun, 1.— C. Lœflingii Brot. var. Matritensis Lge (C. Matritensis A. DC.) Madrid : Casa de Campo.

Anagallis cœrulea Schreb. var. *parviflora* (A. parviflora Hoffg. et Link) Hellin 1.—*Asterolinum stellatum* Hoffg. et Link. Velez Rubio, 2. Hellin 1.— Samolus Valerandi L. Orihuela, 4. Velez Rubio, 1. — *Coris Monspeliensis* L. Orihuela, 5. Hellin, 1.

Periploca lævigata Ait. Orihuela, 1.—Vincetoxicum officinale Mœnch. Orihuela, 3. Irun 2.

Erythræa Barrelieri Duf. Orihuela, 5. — E. latifolia Sm. var. *tenuiflora* (E. tenuiflora Hoffg. et Link) Murcia, 4; — var. *pseudolinarifolia* Rouy. Murcia, 4. — *Chlora perfoliata* L. Irun, 2.

Convolvulus lineatus L. Hellin, 1. — C. lanuginosus Desr. var. *sericeus* Boiss. (C. linearis DC.) Orihuela, 5. Velez-Rubio, 1. Hellin, 1, 3. — C. althæoides L. Orihuela, 2, 5; — var. *nanus* Choisy. Orihuela, 1. — Cuscuta Epithymum L. var. Kotschyi Engelm. (C. microcephala Welw.) Hellin, 1; — var. *vulgaris* Engelm. Orihuela, 5; — var. *macranthera* Engelm. Orihuela, 1.— *C. planiflora* Ten. var. *Tenorei* Engelm. Orihuela, 5.

Echium Italicum L. Velez-Rubio, 1.—E. *pustulatum* S. et Sm. Orihuela, 1. — *E. angustifolium* Lam. var. *genuinum* Rouy. Madrid: Casa de Campo; — var. *parviflorum* Rouy. Hellin 2; — var. *humile* Rouy. Velez-Rubio, 1. — E. plantagineum L. Murcia, 3. Puerto de Lumbreras.— Anchusa undulata L. Madrid: Casa de Campo.—A. Italica Retz. De Puerto à Velez.—*Nonnea nigricans* DC. Puerto de Lumbreras.— *Lithospermum fruticosum* L. Hellin, 1, 3.—L. prostratum Boiss. Irun 2.—*Cynoglossum cheirifolium* L. Velez-Rubio 1.—C. pictum Ait. Murcia, 4. Irun, 2.

Solanum villosum Lam. Hellin, 1.—Lycium intricatum Boiss. Murcia, 2. — Withania frutescens Pauq. Orihuela, 3. Murcia, 2. — Hyoscyamus albus L. Orihuela, 1. Hellin. 1.

Verbascum Thapsus L. var. *semidecurrens* (V. montanum Schrad.) Velez-Rubio, 1.—V. phlomoïdes L. var. *decurrens* (V. australe Schrad.) Velez-Rubio, 1.— V. sinuatum L. Orihuela, 6.— Scrofularia sciaphila Willk. Hellin, 3. — S. canina L. var. *pinnatifida* Boiss. (S. pinnatifida Brot.) Madrid : Casa de Campo. — *S. crithmifolia* Boiss. var. *major* Rouy. De Puerto à Velez.—Digitalis obscura L. Murcia, 4. De Puerto à Velez. Velez-Rubio, 1. — Antirrhinum Orontium L. var. *nanum* Gaut. (A. nanum Deb.) Hellin, 1. — *A. Barrelieri* Bor. Velez-Rubio, 1, 2. Hellin, 3.—Linaria lanigera Desf. Murcia 4.— *L. supina* Desf. Hellin, 2.— L. spartea Hoffg. et Link var. *ramosissima* Benth. Madrid : Casa de Campo. —L. melanantha B. et R. Velez-Rubio, 2. Hellin, 3.—*L. Tournefortii* Lge var. *minor* Lge. Madrid : Casa de Campo.— *Chœnorrhinum crassifolium* Lge. Orihuela, 5. De Puerto à Velez; —var *elongatum* Rouy. Hellin, 1; —var *intermedium* Rouy. Murcia, 4 ;—var *parviflorum* Lge (L. Sætabensis Leresche). Velez-Rubio, 2.—Ch. villosum Lge var. Granatense Bourg. (L. Granatensis Willk.) Velez-Rubio, 1.— Anarrhinum laxiflorum Boiss. Velez Rubio, 2. — Lafuentea rotundifolia Lag. Ori-

huela, 1. Murcia, 4.—Trixago Apula Stev. var. *lutea* Lge (Rhinanthus Trixago L.) Murcia, 4.

Orobanche Spartii Guss. Hellin, 3. — *O. barbata* Poir. Orihuela, 5. Velez-Rubio 1. — *O. loricata* Reichb. Orihuela 1. — *Phelipæa arenaria* Walp. De Puerto à Velez. — *P. cæsia* Reut. Murcia, 2. — *P. lavandulacea* F. Schultz. Murcia, 4. — P. Mutelii F. Schultz. Orihuela, 5. — *P. lutea* Desf. Hellin, 2.

Lavandula Stæchas L. Puerto de Lumbreras.— *L. lanata* Boiss. Velez-Rubio, 1. — *L. multifida* L. Orihuela, 1. Murcia, 4. Puerto de Lumbreras. — Mentha silvestris L. var. candicans Benth. Velez-Rubio, 1. — *Thymus Zygis* L. var. *gracilis* Boiss. De Totana à Lorca. De Puerto à Velez. Hellin, 2. Madrid : Casa de Campo ; — var. *floribundus* Boiss. De Puerto à Velez. — *Th. Barrelieri* Rouy var. *ericoides* (Th. hyemalis Lge) Murcia, 2 ; — var. *intermedius*. Orihuela, 1. Hellin, 1. — Th. vulgaris L. var. verticillatus Willk. Hellin, 1. — *Th. hirtus* Willd. var. *erianthus* Boiss. De Totana à Lorca ; — var. *capitatus* Boiss. De Totana à Lorca.—*Th, paradoxus* Rouy (Th. Zygis × Th. Funkii Coss.). Hellin, 2. — *Th. Funkii* Coss. Hellin 2. Cette rare espèce est assez abondante, par places, entre *Cieza* et *Hellin*, mais ne paraît pas se rencontrer plus au sud que Cieza.— *Th. membranaceus* Boiss. Orihuela, 5, 6. De Totana à Lorca. De Puerto à Velez. Velez-Rubio, 1. — *Satureia cuneifolia* Ten. (S. hyssopifolia Duf.!) Hellin, 3 ; — var. *canescens* Rouy. Orihuela, 1, 5. Murcia 10. Hellin 1, 2. — Rosmarinus officinalis L. Hellin, 1, 2. — Salvia patula Desf. (S. argentea auct. hisp. non L.) Madrid : Casa de Campo. — *Nepeta amethystina* Desf. var. *genuina*, var. *intermedia* Rouy (N. Murcica Guir.) et var. *alpina* Willk. Velez-Rubio, 1. Hellin, 3. — *Stachys hirta* L. Orihuela, 4. Hellin, 1. — Ballota hirsuta Benth. Murcia, 3. Orihuela, 4. Hellin 2. Alhama. — *Marrubium Alysson* L. Orihuela, 2, 4. Murcia, 3. de Totana à Lorca. Hellin, 1. — *M. supinum* L. var. *Boissieri* Rouy (M. sericeum Boiss.) et var. *bombycinum* Rouy. Velez-Rubio, 1, 2. — Phlomis Lychnitis L. Hellin, 1. — P. Herba-venti L. var. *tomentosa* Boiss. Velez-Rubio, 2. Madrid : Caso de Campo. — Sideritis stachydioides Willk. Velez-Rubio, 2. — *S. leucantha* Cav. var. *serratifolia* Willk. Orihuela, 5 ; — var. paucidentata Willk. Orihuela, 5 ; — var. *integrifolia* Coss. (S. Bourgæana B. et R.) Orihuela, 5. Velez-Rubio, 1. Hellin, 1, 3 ; — var. *flavovirens* Rouy. Puerto de Lumbreras.— S. glauca Cav. Orihuela, I, 3. — S. Romana L. Orihuela, 1, 3. — *S. montana* var. *humilis* Rouy. Hellin, 3.— Teucrium pseudo-Chamæpytis L. Orihuela, 1, 5. Murcia, 3. Hellin 1, 2. — T. buxifolium Schreb. Orihuela, 1, 5.— *T. thymifolium* Schreb. Velez-Rubio 2. — T. pumilum L. Orihuela 5. — *T. verticillatum* Cav.

Hellin, 2. — *T. capitatum* L. var. genuinum. Orihuela, 1, 3. Murcia, 2. De Totana à Lorca. Hellin 1. 2; — s.-var. procumbens. Orihuela, 3; — s.-var. rubriflorum. Murcia, 2; — var. *gracillimum* Rouy. Orihuela, 1. Murcia, 2. Puerto de Lumbreras ; — s.-var. rubriflorum (*T. Majorana* Pers.) Orihuela, 5. Puerto de Lumbreras. — T. Carthaginense Lge. Orihuela, 6. — T. aureum Schreb. var. latifolium Willk. et Lge. Murcia, 4 ; — s.-var. canescens (T. gnaphalodes G. et G. non Vahl) Murcia, 4. — *T. gnaphalodes* Vahl. Hellin, 1.

Lippia nodiflora Spreng. Orihuela, 4.

Plantago Psyllium. L. Hellin, 1. — *Pl. amplexicaulis* Cav. Murcia, 2. — *Pl. ovata* Forskh. Orihuela, 1. Murcia, 2. — *Pl. Bellardi* All. Orihuela, 1. — Pl. albicans L. Hellin, 1; — var. *latifolia* Willk. et Lge. Orihuela, 1; — var. *angustifolia* Willk. et Lge. Orihuela, 5. — Pl. Lagopus L. Orihuela, 1. Hellin, I.

Armeria pubescens Link. Irun, 1. — Statice Thouini Viv. Murcia, 2. Puerto de Lumbreras: la rambla. — *St. cæsia*, Gir. Orihuela, 6. Cette belle espèce se rencontre également, çà et là, dans les marais salés situés entre Murcia et Archena ; — var. major Rouy (S. elegans Coss. olim) Hellin, 4. — *St. echioides* L. Orihuela, 3. Murcia, 2, 4. De Totana à Lorca. Puerto de Lumbreras. — St. delicatula Gir. Orihuela, 2, 6. Murcia, 4 ; — var. *Tournefortii* Boiss. (S. Tournefortii Gir.). Orihuela, 2. Hellin, 4. — St. salsuginosa Boiss. Puerto de Lumbreras.

Globularia ilicifolia Willk. Velez-Rubio, 2.

Beta maritima L. De Totana à Lorca. — *B. atriplicifolia* Rouy. De Puerto à Velez. — Atriplex glauca L. Orihuela, 6. Murcia, 3. — *Suæda fruticosa* Forskh. Murcia, 3. Hellin, 4. — S pruinosa Lge. Orihuela, 6. — *S. splendens* G. et G. Hellin, 4. — Salsola longifolia Forskh. Murcia, 2. — S. vermiculata L. var. villosa Moq. (S. villosa DC.). Orihuela, 6. — *Halogeton sativum* Moq. Puerto de Lumbreras. — *Camphorosma Monspeliaca* L. Orihuela, 1. De Totana à Lorca. — *Caroxylon tamariscifolium* Moq. Orihuela, 1. Murcia, 2, 3. De Totana à Lorca. De Puerto à Velez. Hellin, 2. — *Haloxylon articulatum* Lge. Orihuela, 6. Hellin, 4. — *Salicornia macrostachya* Moric. Orihuela, 6. Hellin, 4. De Totana à Lorca.

Emex spinosus Campd. Orihuela, 1. De Totana à Lorca. — Rumex intermedius DC. var. *heterophyllus* Willk. Velez-Rubio, 2. — R. induratus B. et R. De Puerto à Velez. — *R. bucephalophorus* L. forma *Græcus* Steinh. Orihuela, 1 ; — forma *Hispanicus* Steinh. Murcia, 2.

Daphne Gnidium. L. Orihuela, 5. Velez-Rubio, 1.

Thesium divaricatum Jan. Orihuela, 5. Hellin, 1. — *Th. humile* Vahl. Hellin, 1. — Osyris alba L. Puerto de Lumbreras.

Mercurialis tomentosa L. Hellin, 1. — M. annua L. var. *Huetii* J. Müll. (M. Huetii Hanry). Orihuela, 1, 5. Hellin, 3. — Euphorbia pilosa L. var. *longifolia* Rouy. Irun, 1.— E. Lagascæ Spreng. De Totana à Lorca. — E. pubescens Desf. Orihuela, 4; — var. *subglabra* G. et G. Irun, 1. — *E. Nicæensis*. All. De Puerto à Velez. — *E. terracina* L. et var. *angustifolia* Lge (E. Valentina Ort.). Puerto de Lumbreras. — E. exigua L. et var. *retusa* L. Hellin, 1. — *E. sulcata* de Lens (E. retusa Cav. non Forskh.). Hellin, 2.

Asphodelus cerasiferus J. Gay. Hellin, 1, 3.—A. sphærocarpus G. et G. Irun, 2. — A. fistulosus L. Orihuela, 1, 5. Hellin, 1, 2. — *A. tenuifolius* Cav. Orihuela 1. De Totana à Lorca. Hellin, 2. — *Uropetalum serotinum* Gaw. Murcia, 4. Hellin, 1. Velez-Rubio, 1. — Allium sphærocephalum L. Velez-Rubio, 1. — *Asparagus albus* L. Orihuela, 1, 5. Murcia, 2, 4. — *A. aphyllus* L. Murcia, 2. — *A. acutifolius* L. Orihuela, 4.

Iris fœtidissima L. Madrid : Casa de Campo.

Chamœrops humilis L. Orihuela, 5. De Totana à Lorca.

Juncus maritimus Lam. Hellin, 4.

Cyperus esculentus L. Murcia, 3.

Lygeum sportum Lœfl. Orihuela 3, 6. Murcia, 3. De Totana à Lorca. Puerto de Lumbreras. Hellin, 1. *Phalaris paradoxa* L. Murcia, 3. Orihuela, 1. — Echinaria capitata Desf. var. *pumila* Willk. (E. pumila Willk. olim). Velez-Rubio, 1. Hellin, 1. — Andropogon hirtum L. var. longearistatum Willk. (A. pubescens Vis). Orihuela, 1. Murcia, 4. Velez-Rubio, 1. — *Imperata cylindrica* P. B. Orihuela, 2, 6. Hellin, 4. — Arundo Donax L. Hellin, 4. — Polypogon Monspeliense Desf. Orihuela, 4. — *Gastridium lendigerum* Gaud. De Puerto à Velez. — *Piptatherum paradoxum* P. B. Puerto de Lumbreras. — P. miliaceum Coss. Orihuela, 4. Murcia, 1.— Macrochloa tenacissima Kunth. De Totana à Lorca. De Puerto à Velez. Hellin, 2. — Stipa tortilis Desf. Orihuela, 1, 3. Murcia, 2. Velez-Rubio. Hellin, 1. —*St. capillata* L. Hellin, 1.—St. parviflora Desf. Orihuela, 1. Murcia, 4. Hellin, 1. — Avena barbata Brot. var. *media* Rouy. Orihuela, 5; — var. *triflora* Willk. Murcia, 4. Hellin, 1. — A. bromoides Gouan var. *microstachya* Willk. Hellin, 1 ;— var. *filifolia* Rouy, Orihuela, 5. —*Trisetum neglectum* R. et Sch. Orihuela, 4.— Kœleria setacea Pers. var. *ciliata* Godr. Hellin, 2 ; — var. *pubescens* Parlat. Hellin, 3. — *K. Castellana* B. et R. Hellin, 2. — *Melica ciliata* L. var. *intermedia* Rouy (M. glauca F. Schultz) Murcia, 2. Velez-Rubio, 2 ; — var. *elata* Rouy (M. Magnolii G. et G.) Murcia, 2. Velez-Rubio, 2. — M. minuta L. Murcia, 4. Hellin, 1 ; — var. *saxatilis* Coss. Orihuela, 5.— Glyceria

distans Wahlbg. var. *intermedia*, Irun, 1. — *Cynosurus echinatus* L. De Puerto à Velez. Velez-Rubio, 1.— Lamarckia aurea Mœnch. Orihuela 1. Hellin, 1. — *Wangenheimia Lima* Trin. Hellin, 1. — *Æluropus littoralis* Parlat. Hellin, 4. — Dactylis glomerata L. var. *lobata* Rouy. Orihuela, 5 ; — var. australis Willk. (D. Hispanica Roth). Murcia, 2. De Totana à Lorca. De Puerto à Velez ; — var. *juncinella* Boiss. Orihuela, 5. — Scleropoa rigida Gris. Hellin, 1. —Festuca rubra L. Irun, 2. — F. Clementei Boiss. Velez-Rubio, 2. — *Vulpia Broteri* B. et R. Hellin, 1. Bromus rubens L. Orihuela 1. Hellin. 1. — Br. Matritensis L. Madrid : Casa de Campo. — *Serrafalcus Cavanillesii* Willk. (Br. humilis Cav.). Madrid: Casa de Campo. — *Hordeum maritimum* Willk. Orihuela, 4. — Ægilops ovata L. Murcia, 1. Hellin, 1.— Æ. triuncialis L. De Totana à Lorca. Alhama. Hellin, 2.— Lolium strictum Presl var. *tenue* Godr. (L. tenue Guss. non L.). Hellin, 1. — *Brachypodium distachyum* P. B. Hellin, 1, 2 .— *Br. ramosum* R. et Sch. Hellin, 1. — *Nardurus Salzmanni* Boiss. Hellin, 1, 2.

Notochlœna vellea Desv. Velez-Rubio, 1. — Ceterach officinarum Willk. Hellin, 1, 3. — Cheilanthes odora Sw. Murcia, 4. — *Aspidium aculeatum* Sw. Irun, 2.—*Asplenium Adianthum-nigrum* L. Hellin, 4. —A. Ruta-muraria L. Irun, 2. —Adianthum Capillus-Veneris L. Velez-Rubio, 1.

Parmi les plantes énumérées dans la liste précédente, et en dehors des espèces ou variétés que je considère comme inédites, il en est quelques-unes dont la découverte dans les régions indiquées présente un intérêt tout spécial. Je veux parler des plantes qui n'avaient point encore été trouvées en Espagne et de celles qui n'avaient pas été jusqu'alors rencontrées dans les provinces où j'ai constaté leur présence. Ce sont les [1] :

Erucastrum Bæticum Lge. — E. pseudo-Sinapis Lge. — Diplotaxis pendulina DC. var. intricata.— *Eruca stenocarpa* B. et R. — Biscutella ambigua DC. var. *Lusitanica*. — B. stenophylla Duf. — Helianthemum racemosum Dun. var. farinosum. — H. strictum Pers. — H. lineare Pers.— H. hirtum Pers. var. aureum Dun.— H. marifolium DC. var. niveum.— H. cinereum Pers. var. Lagascanum. — Fumana glutinosa Boiss. var. juniperina Willk.—Reseda Phyteuma L. var. inte-

[1] Les noms des espèces ou variétés nouvelles pour la flore espagnole sont en italique dans cette courte énumération. J'ai souligné également *Tamarix Hispanica* B. et R., omis dans le *Prodromus floræ Hispanicæ*.

grifolia. — R. lanceolata Lag. var. trisecta.—R. lutea L. var. *hispidula*, *stricta*, *pulchella*.— R. stricta Pers. var. Funkii. — Frankenia Reuteri Boiss. — Silene nocturna L. var. micrantha. — Buffonia tenuifolia L. — Arenaria obtusiflora Kze. — A. capitata Lam. — Cerastium Riæi Desm. — Althæa hirsuta L. — Malva Nicæensis All. — M. microcarpa Desf. —Geranium purpureum Vill. — Rhamnus oleoides L. — Anthyllis Arundana B. et R. — Melilotus Neapolitana Ten. — Vicia elegantissima Shuttl. — *Tamarix Hispanica* B. et R. — Umbilicus hispidus DC. — Sedum gypsicolum B. et R. — Daucus polygamus Gouan. — Duriæa Hispanica B. et R. — Filago Duriæi Coss. — Asteriscus aquaticus Less. var. pygmæus. — Micropus supinus L. — Onopordon corymbosum Willk. — Cirsium Monspessulanum All. var. ferox. — Carduus Reuterianus Boiss. var. pycnocephaloides. — Centaurea Seridis L. — C. sonchifolia L. — C. aspera L. var. scorpiurifolia et var. stenophylla. — Microlonchus Valdemorensis Cut. — *Andryala Rothia Pers.*— Cichorium divaricatum Schousb. — Hedypnois rhagadioloides Willd. — Convolvulus lanuginosus Desr. var. sericeus. — C. althæoides L. var. nanus. — Cuscuta planiflora Ten. var. Tenorei. — Echium angustifolium Lam. — Nonnea nigricans DC. — Scrofularia canina L. var. pinnatifida. — Antirrhinum Orontium L. var. nanum. — A Barrelieri Bor. — Chœnorrhinum crassifolium Lge var. parviflorum. — Trixago Apula Stev. var. lutea. — *Orobanche Spartii* Guss. — O. loricata Reichb.— Phelipæa cœsia Reut. — Nepeta amethystina Desf. — Teucrium thymifolium Schreb.— T. gnaphalodes Valh. — Thesium humile Vahl. — Asphodelus tenuifolius Cav. — Asparagus albus L. — Kœleria Castellana B. et R. — K. setacea DC. var. ciliata Parlat. — Melica ciliata L. var. intermedia et var. elata. — Wangenheimia Lima Trin. — Æluropus littoralis Parlat. — Dactylis glomerata L. var. juncinella. — Vulpia Broteri B. et R. — Hordeum maritimum With. — Nardurus Salzmanni Boiss. — Asplenium Adianthum-nigrum L.

3° OBSERVATIONS, REMARQUES et DIAGNOSES.

Platycapnos grandiflorus Rouy

Annuel. Tiges grêles, peu nombreuses, souvent solitaires, rameuses, de 10 à 45 centim., feuillées. *Feuilles* bipinnatiséquées ; les *inférieures* pétiolées, *à pétiole plus long que le limbe*, *à divisions épaisses linéaires-obtuses* souvent *spathulées* ; les

supérieures sessiles, à divisions linéaires aiguës, mucronulées. *Grappes florifères laxiuscules, allongées, ovales-oblongues lors de l'anthèse. Fleurs grandes*, les supérieures dressées, les moyennes et les inférieures pendantes, d'un blanc verdâtre, fortement pourprées au sommet, portées par des *pédicelles à peine plus courts que les bractées* lancéolées ; pédicelles fructifères recourbés ; sépales ovales-lancéolés, aigus, légèrement denticulés, plus étroits que la corolle et environ trois fois plus courts, promptement caducs. *Silicules* ovales, elliptiques, aplaties, légèrement alvéolées, *entourées d'un rebord à peine épaissi non ou peu saillant, atténuées aux deux extrémités ;* graine ovale-réniforme noire, luisante. — Plante rupicole, très glauque. — Styles du *P. spicatus.*

Espèce voisine du *P. spicatus* Bernh., mais s'en séparant nettement par ses grappes florifères moins denses, du double plus grosses et plus longues, à fleurs du double plus grandes, par ses tiges plus grêles, quoique à peu près de même taille et moins feuillées, par ses feuilles inférieures à pétiole plus long que le limbe et à segments ultimes obtus, souvent spathulés ; enfin par ses silicules atténuées aux deux extrémités et à rebord peu ou point saillant.

Eruca orthosepala Lge

Cette plante, d'abord rattachée par M. Lange (*Ind. sem. h. Haun.*, 1853) comme variété à l'*E. vesicaria* Cav. a été admise, en 1857, comme espèce par le savant botaniste de Copenhague. Toutefois, M. Willkomm, dans le *Prodromus floræ Hispanicæ* (tom. III, p. 849-850), se déclare peu fixée sur la valeur spécifique de cet Eruca, ainsi que sur celle de l'*E. longirostris* Uechtr., et, de mon côté, j'ai cru tout d'abord devoir joindre l'*E. orthosepala* à l'*E. stenocarpa* Boiss. et Reut. comme var. *major*.

Mais je conservais aussi quelques doutes sur le bien-fondé de ce rapprochement, et, pendant les six mois qui se sont écoulés entre la publication de la première et de la troisième partie de ce travail, je me suis occupé de réunir un certain nombre d'exem-

plaires d'*Eruca sativa, E. vesicaria, E. longirostris, E. stenocarpa*, de diverses provenances, afin d'examiner avec le plus d'éléments possible si les caractères différentiels attribués à ces *Eruca* étaient constants.

De cette étude, il est résulté pour moi que la disposition normale des graines dans les siliques n'est point constante, que la longueur du bec de la silique relativement à celle de la partie séminifère est souvent fort variable sur une même plante, enfin que la forme des feuilles n'offre guère plus de fixité. J'ajouterai que le caractère attribué à l'*E. longirostris* d'avoir des graines « *margine anguste diaphano-alatis* » se retrouve également de temps à autre dans l'*E. sativa* Lam., qui souvent aussi varie à siliques à bec allongé, mais à graines aptères, tandis que l'*E. longirostris* se présente quelquefois (spécimens de Grèce, par exemple) avec des siliques à graines étroitement ailées, mais à bec presque de moitié plus court que la partie séminifère. Ces diverses plantes varient aussi quant au degré d'hispidité des tiges et des feuilles, et surtout des siliques.

Cependant, trois *Eruca* semblent mériter d'être conservés comme espèces :

1° E. STENOCARPA Boiss. et Reut. — *Pédicelles très courts* portant des *siliques étroites* (2-3 millim. de large) *appliquées contre l'axe* (adpressis), *à bec* relativement *court* et à *valves très obscurément uninerviées ; graines ovales oblongues*, le plus souvent normalement *unisériées. Feuilles à divisions* plus ou moins *étroites, aiguës.* Tiges hérissées.

2° E. VESICARIA Cav. — *Pédicelles des siliques égalant environ la moitié de leur longueur.* Siliques à *partie seminifère courte. Calice s'accroissant* après l'anthèse. *Feuilles roncinées.* Tiges hérissées.

3° E. SATIVA Lam. — Pédicelles courts, portant des *siliques* plus ou moins *longues, étalées*, assez *larges, à valves très visiblement uninerviées* ; *graines* plus ou moins *réguliérement bisériées* subglobuleuses. *Feuilles lyrées-pinnatipartites* ou pinnatipartites.

Cette dernière espèce comporte trois variétés ;

genuina (Siliques à valves larges, le plus souvent sensiblement plus longues que le bec ; graines ordinairement aptères, irrégulièrement bisériées. Feuilles lyrées-pinnatipartites). — E. sativa Lam.

longirostris (Siliques à valves assez larges le plus souvent plus courtes que le bec ou l'égalant ; graines ordinairement munies sur l'un des côtés d'une marge étroite. Feuilles lyrées-pinnatipartites ou pinnatipartites). — E. longirostris Uechter. ; Brassica Uechtritziana Janka ; E. dasycarpa Trauttv. (forme à valves hérissées).

polysperma (Siliques à valves plus étroites, le plus souvent plus longues que le bec ; graines plus petites que dans les deux autres variétés plus nombreuses (8-20 dans chaque valve), ordinairement régulièrement bisériées. Feuilles pinnatipartites, quelquefois presque roncinées, se rapprochant de celles de l'E. vesicaria.) — E. orthosepala Lge.

L'*E. stenocarpa*, Boiss. et Reut., plante de l'Algérie occidentale et du Maroc, n'avait pas encore été signalée en Espagne.

Diplotaxis Lagascana DC.

Les Diplotaxis de la section *Catocarpum* DC. (genre *Pendulina* Willk.) ont été diversement considérés par les auteurs.

A.-P. De Candolle (*Systema*, II, pag 629-630) a établi quatre espèces :

D. crassifolia. Sinapis crassifolia Rafin.

D. Lagascana. Sisymbrium pendulum Lag. non Desf.

D. pendula. Sisymbrium pendulum Desf.

D. hispida. Sinapis Harra Forskh., Sisymbrium hispidum Vahl.

Plus tard, M. Willkomm (*Enum.*, pag. 2, et *Prodr. fl. Hisp.*, III, pag. 868) a proposé les *Pendulina crassifolia*, *Lagascana Webbiana*, *intricata*, *Fontanesii*, *Harra*, ce qui portait à six le nombre des espèces de la section *Catocarpum*.

Par contre, M. Boissier, dans le *Flora Orientalis* (I, pag. 388), réunit sous le nom de *D. Harra* Forskh. (sub. *Sinapide*), les

D. hispida, pendula et crassifolia DC., ne paraissant dès-lors accepter comme espèces que les *D. Harra* et *D. Lagascana*.

Récemment, M. de Janka, dans ses intéressants tableaux analytiques des *Brassiceæ Europææ*, adopte la manière de voir de M. Boissier relativement aux D. hispida, pendula et crassifolia ; il va même plus loin et réunit à ces trois plantes les D. Lagascana DC. et Pendulina Webbiana Willk. (D. hispida Webb non DC.) sous le nom de *Brassica Harra* Forskh. Mais l'érudit botaniste de Pesth accepte comme espèce le *Pendulina intricata* Willk.

On voit qu'il y a, au sujet de la valeur spécifique de ces plantes, de notables divergences d'appréciation de la part des auteurs qui ont eu à en parler.

De même que je l'ai déjà fait pour les Diplotaxis de la section *Brassicaria* [1], je crois utile d'exposer l'opinion que m'a formée une étude attentive de mes exemplaires d'herbier et l'examen de ces Diplotaxis qu'il m'a été donné de récolter *in loco natali*. — Le résultat de mes recherches est celui-ci : j'estime que trois Diplotaxis de la section *Catocarpum* doivent seuls être acceptés comme espèces, avec les variétés et la synonymie suivantes :

1. D. HISPIDA DC. (Feuilles obovales, dentées, hispides. Siliques non ou très courtement stipitées). — Sinapis Harra Forskh., Sisymbrium hispidum Vahl.

2. D. LAGASCANA DC. (Feuilles lancéolées pinnatipartites, sublinéaires à peine lobées ou linéaires entières, plus ou moins hispides. Siliques assez longuement stipitées. Tige peu élevée, n'atteignant que rarement 50 centim., le plus souvent rameuse ou très rameuse, à rameaux étalés, diffus ou intriqués.

Var. *genuina* (Feuilles lancéolées pinnatipartites peu hispides ; pétales ordinairement 1-2 fois plus longs que le calice. Siliques relativement larges. Tige rameuse ; rameaux étalés ou diffus.

Var. *Webbiana* (Feuilles lancéolées, étroites, pinnatipartites, très hispides ; pétales de la var. *genuina*. Siliques plus étroites,

---

[1] Voy. *Revue des Sc. nat.* (1882), pag. 423-436. Étude des *Diplotaxis* européens de la section *Brassicaria* Godr.

plus longuement stipitées. Tige peu élevée, simple ou peu rameuse, à rameaux étalés ou ascendants). — D. hispida Webb non DC., Pendulina Webbiana Willk.

Var. *intricata* (Feuilles étroites; les inférieures lancéolées-linéaires, subspathulées, le plus souvent munies de chaque côté d'un lobule linéaire; les caulinaires linéaires un peu épaisses, la plupart entières. Pétales dépassant à peine le calice. Siliques de la var. *genuina*. Tige élevée, 35-50 centim., très rameuse; rameaux allongés intriqués. Plante glaucescente, très hispide vers la base, presque glabre dans la partie supérieure). — Pendulina intricata Willk.

3. D. PENDULA DC. (Feuilles ovales ou obovales, plus ou moins incisées, dentées, plus ou moins hispides, quelquefois presque glabres. Siliques assez longuement stipitées. Tige élevée (30-120 centim.), peu rameuse; rameaux courts, le plus souvent dressés.

Var. *genuina* (Feuilles caulinaires oblongues, hispides, inégalement incisées-dentées, légèrement épaisses. Tige relativement peu élevée (30-60 centim.). — Sisymbrium pendulum Desf.

Var. *crassifolia* (Feuilles dentées, presque toutes glabres, les caulinaires moyennes oblongues-linéaires brièvement et lâchement dentées. Tige relativement élevée (50-120 centim.). — Sinapis crassifolia Rafin.; D. crassifolia DC.

Malgré l'autorité de M. Willkomm, je ne saurais voir trois espèces dans les *D. Lagascana*, *Pendulina Webbiana* et *P. intricata*, mais seulement trois variétés d'une même espèce particulière aux régions austro-orientales de la péninsule Ibérique. — En effet, j'ai récolté, en 1881, dans les éboulis du *cerro de Urchillo*, près *Orihuela*, non seulement la forme *genuina* du *D. Lagascana*, mais aussi le *P. Webbiana* [1], et il m'a été facile de voir des intermédiaires entre les deux variétés croissant ensemble. Il y a plus : le 7 juin 1882, j'ai recueilli dans une garrigue, à 4 kilom. de

---

[1] Et non le *P. intricata*, indiqué par erreur dans le compte rendu des herborisations.

Totana, vers *Lorca*, le D. Lagascana *genuina* en compagnie non seulement de la var. *Webbiana*, mais aussi d'une forme très glauque, bien plus robuste, à rameaux intriqués, à feuilles sublinéaires très obtuses, à fleurs petites, à pétales dépassant très peu le calice, qui ne diffère de mes spécimens authentiques de la var. *intricata*, à laquelle je la rapporte, que par ses feuilles caulinaires, à peine un peu plus larges et munies d'une dent de chaque côté, au moins les caulinaires moyennes. Mais le 9 juin, sur le coteau de *Puerto de Lumbreras*, localité plus rapprochée encore de la région très limitée où est indiqué le *P. intricata* Willk., j'ai récolté une forme encore plus rameuse, plus trapue, à tige plus épaisse à la base, et qu'il ne paraît plus possible de distinguer du P. intricata.

Il me reste à constater, à ce propos, que La Gasca, Clemente et M. Willkomm ont signalé dans la province d'Almeria le D. Lagascana à une seule localité « *circa Cuevas-Overa* », et que c'est justement autour de Cuevas-Overa que M. Willkomm a récolté les exemplaires de son *P. intricata*. Il est donc bien probable que, à Cuevas-Overa comme je l'ai constaté vers Totana, le D. Lagascana se présente sous les var. *genuina* et *intricata* plus ou moins bien caractérisées, et que ces formes, qui croissent ensemble, passent de l'une à l'autre selon la nature du sol et l'exposition.

Malcomia Castellana Rouy

Cette plante, que j'ai tout d'abord prise pour le M. Chia DC., indiqué d'ailleurs en Espagne par Cavanilles, est une espèce nouvelle voisine des *M. patula* DC. et *M. lacera* DC. En voici la diagnose :

Racine annuelle, allongée, fibreuse. *Tiges* 2-5, simples ou peu rameuses, étalées ou dressées, grêles, *courtes* (4-10 cent.), arrondies à la base, anguleuses dans la partie florifère, presque velues, cendrées, *à villosité fine*, *composée de petits poils en étoile*. *Feuilles* d'un vert blanchâtre, *à pubescence apprimée à poils semblables à ceux des tiges*, *les radicales lancéolées*, *spathulées*, *obtuses*, longuement atténuées en pétiole, munies de chaque côté de 1-3 dents

inégales et écartées, les *caulinaires linéaires*, sessiles, à bords un peu retournés en dessous, ce qui rend quelquefois ces feuilles canaliculées, entières ou très lâchement dentées, de longueur variable (1-3 centim.), mais *à largeur ne dépassant pas* 2 *millim.* et n'atteignant souvent pas 1 millim. Grappe florifère 4-8 flores, lâche. *Pédicelles* florifères grêles, ascendants, relativement longs (5-6 millim.), *égalant* ordinairement *ou dépassant* même *la longueur des sépales* pubescents. *Pétales d'un beau rouge*, *à onglet sensiblement plus long que le calice* (quelquefois d'un tiers plus long),*à limbe largement ovale, cunéiforme*, rarement tronqué au sommet. *Siliques* grêles, étalées ainsi que les pédicelles, souvent arquées-ascendantes, toruleuses, *courtes* (2 à 2 1/2 centim.), obtuses au sommet et mucronées par le style ou atténuées et rendues cuspidées par le *style* ; celui-ci *allongé, filiforme*, mais seulement 2-3 fois plus long que la largeur de la silique ; graines ovales, très petites, brunâtres.

Petite plante élégante, à fleurs presque semblables à celles du *M. maritima*, mais de moitié plus petites. Caractères généraux et port du *M. patula* DC., dont le *M. Castellana* se distingue par sa racine annuelle, ses pétales à limbe plus large, moins foncé, et à onglet plus long, ses siliques plus larges, plus courtes, à style plus court, sa villosité moins prononcée. Il est possible que, par la suite, des intermédiaires soient recueillis, en Espagne ou en Portugal, entre ce Malcomia et les *M. patula* DC. var. *tenella* Lge et *M. lacera* DC, plantes bien voisines et qu'il y aurait alors lieu de réunir en une seule espèce, analogue au *Diplotaxis Lagascana* avec ses variétés.

Koniga maritima R. Br.

Le *K. maritima* R. Br. (Clypeola maritima L., Alyssum maritimum Lam., Lobularia maritima Desv.) est une espèce très polymorphe. L'étude des *K. Lybica* R. Br., *K. Arabica* Boiss., *K. strigulosa* Nym., et des intermédiaires qui ont été signalés entre ces plantes et le K. maritima, m'a amené à n'admettre que cette dernière espèce et à lui rattacher comme variétés les

autres formes acceptées jusqu'alors comme espèces. J'énumère ici les diverses variétés de ce type, en donnant leurs caractères différentiels principaux et leur synonymie :

K. MARITIMA R. Br.

Var. *major* Rouy (K. Lybica R. Br.). — Feuilles lancéolées-oblongues ou linéaires-oblongues, ordinairement obtuses, quelquefois acutiuscules, allongées, atteignant souvent 5 cent. Fleurs blanches, longuement pédicellées. Siliques grandes, à loges 2-5-spermes. Tiges robustes, allongées (30-70 centim).

Var. *Canariensis* DC. — Feuilles de même forme que celles de la var. *major*, mais plus courtes, ordinairement aiguës. Fleurs blanches à sépales souvent purpurins, moins longuement pédicellées. Siliques grandes, à loges 1-2-spermes. Tiges allongées (25-50 centim.).

Var. *Arabica* (K. Arabica Boiss.).— Feuilles oblongues-obtuses ou linéaires-oblongues, la plupart spathulées, courtes (ne dépassant que rarement 2 centim.). Fleurs blanches à sépales souvent purpurins, courtement pédicellées. Siliques de moyenne grandeur, à loges 1-2-spermes, sub orbiculaires. Tiges assez grêles, peu allongées.

Var. *genuina*. — Feuilles oblongues-linéaires ou linéaires, de longueur variable (1/2 à 3 centim.). Fleurs blanches. Siliques de moyenne grandeur, à loges ordinairement monospermes. Tiges peu allongées.

Var. *densiflora* Lge. — Feuilles linéaires, courtes. Fleurs petites, blanches, en grappe courte, densiflore ; sépales souvent purpurins. Siliques petites, plus ou moins colorées, à loges monospermes ; pédicelles courts. Tiges courtes, couchées, ordinairement glabrescentes.

Var. *rubescens* Rouy. — Feuilles linéaires, courtes, velues, à villosité apprimée. Fleurs petites, à pétales rouges ou violacés, en grappe dense, courte ; sépales verts très velus ; pédicelles courts. Siliques petites, purpurines, à loges monospermes. Tiges courtes, ascendantes, ordinairement rougeâtres, plus ou moins abondamment pourvues de poils bifurqués.

Var. *strigulosa* (Ptilotrichum strigulosum Kze, Koniga strigulosa Nym., Alyssum strigulosum Amo, Lobularia strigulosa Willk.). — Feuilles oblongues-spathulées, très courtes (1/2 à 1 centim.), à villosité rude. Fleurs petites, en grappe dense, corymbiforme; pétales devenant purpurins; pédicelles courts. Siliques petites, violacées, à loges monospermes. Tiges courtes, épaisses, couvertes de poils bicuspidés.

Alyssum campestre L. var. *minus*.

Diffère de la forme *genuinum* par les tiges plus basses, plus grêles, les siliques presque de moitié plus petites. Se distingue aussi des var. *micropetalum* et *micranthum* Boiss., par la petitesse de ses silicules et ses grappes fructifères ordinairement plus allongées. Je n'ai encore constaté cette variété que sur la *sierra de Maimon*, près *Velez-Rubio*, mais je l'ai trouvée mêlée à la forme *genuinum* parmi des exemplaires d'A. campestre provenant du *Djebel-Afougueur*, au sud-ouest du Maroc, et que m'a remis M. Cosson.

Biscutella stenophylla Duf. — **B. auriculata** L. et **B. erigerifolia** DC.

Le *B. stenophylla* Duf. est une espèce bien caractérisée, très bien décrite dans le *Prodromus floræ Hispanicæ* (III, pag. 764) et particulière à l'est et au sud-est de la péninsule Ibérique; elle a été indiquée à tort en France. Ce Biscutella se présente avec des silicules lisses ou avec des silicules scabres, et si je n'ai encore pu voir sur un même pied les uns et les autres, il m'a été donné de remarquer que les deux variétés peuvent croître ensemble, mêlées dans un même espace. La var. *lævis* paraît toutefois plus rare, tandis que la var. *scabrata* abonde sur la plupart des montagnes des provinces de Valencia, Alicante, Murcia et Albacete, où je l'ai recueillie.

De même, j'ai pu constater sur la sierra de Maimon que le *B. auriculata* L. (à silicules scabres) et le *B. erigerifolia* DC.

(variété du précédent, à silicules lisses) cohabitaient également dans le même champ rocailleux.

La forme des feuilles d'un Biscutella varie aussi beaucoup selon que la plante croît à l'ombre, sous des roches par exemple, ou pousse dans des rocailles exposées à toute l'ardeur du soleil. Dans le premier cas, la plante présente une racine plus grêle, des feuilles plus minces, plus allongées, plus lâchement et moins profondément dentées, beaucoup moins hispides, tandis que, dans le second cas, la plante est plus trapue, à racine généralement plus forte, à feuilles plus épaisses, plus courtes, très hispides, à dentelure ordinairement plus profonde. J'ai pu observer ces faits, non seulement en Espagne, notamment sur la *sierre de Fuensanta*, près Murcia, mais aussi en France dans les Pyrénées-Orientales, aux environs d'*Olette* et de *Fontpédrouse*. J'ai également reçu de Portugal, pour mes *Exsiccata*, un nombre assez considérable de pieds de Biscutella récoltés à une même localité et qui présentaient ces mêmes variations.

Helianthemum strictum Pers. — **H. lineare** Pers.

Dans le *Prodromus floræ Hispanicæ* (III, pag. 728), M. Willkomm a réuni à l'*H. pilosum* Pers. (Cistus pilosus L.) les *H. strictum* Pers., *H. racemosum* Pers.[1], *H. lineare* Pers., *H. violaceum* Pers.

---

[1] Qu'est-ce que le *Cistus racemosus* L. ? — Linné cite pour cette espèce, la *fig.* 293, des *Icones* de Barrelier, laquelle représente sans nul doute une forme de l'*H. lavandulæfolium*, plante d'ailleurs fort polymorphe en Espagne. Mais Linné attribue aussi à son Cistus racemosus des calices anguleux, lisses. Si par ces mots « *lisses* » on peut entendre des calices non hispides ni rudes, mais à poils apprimés, et non des calices *glabres*, c'est bien alors à l'*H. lavandulæfolium* que doit s'appliquer le synonyme *C. racemosus* L. — D'autre part, le *C. racemosus* Cav. se rapportant aussi à l'*H. lavandulæfolium*, mais à une forme à feuilles un peu plus larges, assez fréquente dans l'est de l'Espagne, principalement dans la province de Valencia, et que Barrelier a figurée aussi dans ses *Icones* sous le nº 288, il en résulterait que les *Cistus racemosus* L. (dont Linné n'indique du reste pas la couleur des fleurs) et *C. racemosus* Cav., loin de s'appliquer à deux espèces aussi différentes que les *H. lavandulæfolium* et H. *strictum* var. *racemosum*, se rapporteraient à une seule et même espèce, *H. lavandulæfolium*, ce qui serait plus compréhensible.

— Je crois qu'il convient de conserver comme espèces les *H. strictum* Pers., auquel l'H. racemosum Pers. var. farinosum Dun. vient se rattacher en variété, et *H. lineare* Pers., dont l'H. violaceum Pers. ne paraît être aussi qu'une variété.

En effet, l'*H. strictum* se sépare de l'*H. pilosum* par ses tiges à rameaux étalés-ascendants, ses feuilles étroitement linéaires, à bords très retournés en dessous, par ses stipules rougeâtres, par ses grappes florifères courtes, uni-biflores, à fleurs presque de moitié plus petites. — L'*H. racemosum* var. *farinosum* n'en diffère que par ses tiges plus grêles, étalées, diffuses, très rameuses, ses feuilles encore plus courtes mais à peine plus larges, et par ses grappes florifères à fleurs plus petites, mais souvent plus nombreuses, au sommet de rameaux longuement nus dans leur partie supérieure.

Quant à l'*H. lineare*, il se distingue de l'*H. pilosum* par ses feuilles vertes, courtes, glabres ou glabrescentes, plus rarement légèrement pubescentes, plus ou moins pubescentes-blanchâtres en dessous, ses grappes florifères courtes, toujours pauciflores, ses sépales glabres. — L'*H. lineare* comprend trois variétés :

Var. *violaceum* (Cistus violaceus Cav., H. violaceum Pers.) — Feuilles petites, linéaires, obtuses, pubescentes, mais vertes en dessus, blanchâtres sur la page inférieure ; sépales fortement teintés de violet [1].

Var. *genuinum* (C. linearis Cav. ; H. lineare Pers ; H. racemosum Pers. var. violascens Dun.) — Feuilles linéaires ou linéaires-lancéolées, obtuses, presque glabres en dessus, pubescentes en dessous, vertes sur les deux pages. Sépales verdâtres, à stries violacées. Tiges et rameaux allongés, étalés.

Var. *scopulorum* Rouy — Feuilles courtes, linéaires-oblongues, obtuses, d'un beau vert, presque glabres sur les deux pages ; stipules vertes. Sépales plus ou moins teintés de violet.

---

[1] L'Helianthemum recueilli en Espagne au *Barranco del Caballar*, et distribué sans nom par MM. Huter, Porta et Rigo sous le n. 580 de leurs *Exsiccata ex itinere Hispanico*, 1879, est l'*H. lineare* Pers. var. *violaceum*.

Tiges relativement courtes (10-15 centim.) dressées, ligneuses ; rameaux nombreux, intriqués, à partie herbacée courte rougeâtre.

Reseda Gayana Boiss. var. *brevipes.*
(*R. leucantha* Hegelm.)

J'ai recueilli le *R. leucantha* à sa localité classique, *Orihuela*, où il est abondant, et je l'ai également rencontré dans les provinces d'Alicante, Murcia et Albacete ; j'ai de même recueilli à plusieurs localités le *R. Gayana* Boiss. Il résulte de l'examen que j'ai fait sur le vif de ces deux plantes, qu'il n'y a réellement pas de caractères distinctifs vraiment constants entre elles.

Le *R. leucantha* possède généralement des pédicelles très courts que dépassent longuement les bractées, des fleurs petites à pétales blancs, tous non appendiculés, des capsules et des graines plus petites, tandis que le *R. Gayana* présente des pédicelles égalant presque les bractées, des fleurs à pétales d'un blanc plus ou moins jaunâtre, les supérieurs appendiculés, des capsules et des graines ordinairement plus grosses.

Or, les deux plantes, qui croissent quelquefois séparément, se rencontrent souvent ensemble, et il n'est pas rare alors de trouver des intermédiaires entre les deux formes, notamment aux environs d'Hellin, Murcia et Cartagena, où la forme R. leucantha est toutefois bien plus répandue. — Le caractère le plus saillant et qui permet de reconnaître assez facilement les deux plantes est la brièveté des pédicelles dans le R. leucantha ; c'est pourquoi je l'ai rattaché au R. Gayana, dont je ne puis le séparer spécifiquement, comme variété *brevipes*.

Reseda lanceolata Lag. ; **R. constricta** Lge

M. Lange (*Descript. icon. illust. pl. nov.*, pag. 6, tab. VIII, et *Prodr. fl. Hisp.*, III, pag. 893) distingue son *R. constricta* du *R. lanceolata* Lag., principalement par ses tiges moins rameuses, ses feuilles, à l'exception des inférieures, divisées jusqu'à la base en trois segments ; par ses grappes allongées, lâches,

ses pédicelles plus longs, plus fins, ses fleurs à étamines moins nombreuses, ses capsules plus longues très rétrécies sous les dents plus allongées.

J'ai récolté cette plante, en compagnie du R. lanceolata Lag., à deux localités de la province de Murcia, près de *Totana* et entre *Puerto de Lumbreras* et *Velez-Rubio*, et je n'y puis voir qu'une variété (*trisecta*) du *R. lanceolata*, mais sans aller jusqu'à le considérer, ainsi que l'a fait M. J. Müller (in DC. *Prodr.* XVI, 2, pag. 573) comme une simple forme luxuriante de cette dernière espèce. — En effet, le *R. constricta* est une limite extrême de variation du *R. lanceolata*. Celui-ci se présente souvent avec les deux ou trois feuilles supérieures profondément tripartites et des pédicelles ténus, allongés, semblables à ceux du *R. constricta* ; d'autres pieds sont à tiges simples et à capsules plus allongées, plus ou moins resserrées sous les dents, même presque fermées, etc. De même, le *R. constricta*, lorsqu'il présente son caractère le plus constant, celui *des feuilles triséquées*, n'offre pas toujours les autres : ses pédicelles sont quelquefois plus courts ; les capsules, à peine contractées au sommet, sont à dents plus courtes, ou les tiges sont plus rameuses et les grappes moins allongées. En réalité, il n'y a aucun caractère stable entre les deux plantes et le *R. constricta* se rattache, par des formes intermédiaires, au *R. lanceolata* Lag.

Reseda lutea L. var. *brevipes*.

Variété curieuse voisine de la var. *maritima* J. Müll., et étant au *R. lutea* ce qu'est le *R. leucantha* au *R. Gayana*. — Capsules cylindriques ou cylindriques-oblongues, subsessiles ou portées par des pédicelles atteignant 1 millim. Feuilles assez courtes, peu ou point ondulées, glaucescentes.

Silene Cucubalus Wib. (*S. inflata* Im.)

Var. *lancifolia* (Feuilles lancéolées-linéaires, aiguës, longuement atténuées dans leur partie supérieure, souvent même dès la base). — Voisine de la var. *Bastardi* (S. Bastardi Bor.), dont

elle diffère principalement par ses capsules ovales-coniques, atténuées au sommet, presque comme dans la var. *Tenoreana* (S. Tenoreana Colla). — Cette var. *lancifolia* existe également au Maroc (*Djebel-Afougueur*, jul. 1876, leg. Ibrahim; ex herb. Cosson).

Var. *breviflora* (Feuilles radicales et caulinaires inférieures ovales-lancéolées ou lancéolées, plus ou moins ondulées, subdentées, ciliées, épaisses, courtes (1-4 centim.). Fleurs nombreuses, petites (1/2 à 1 1/2 centim.), disposées en cymes souvent assez denses au sommet des rameaux. Styles non épaissis au sommet, dépassant longuement la corolle. Capsule conique. Plante très glauque.

Silene glauca Pourr. var. *minor*.

Se distingue de la forme *genuina* par sa tige peu élevée (8-15 centim.), ordinairement simple, uni-biflore, ses feuilles courtes, les radicales lancéolées, les caulinaires inférieures étroitement lancéolées, les caulinaires moyennes et supérieures linéaires, presque subulées, ses fleurs plus petites.

Ulex Europæus L. var. *pubescens*.

Diffère de la forme *genuina* par ses calices à pubescence apprimée et non velus, ses phyllodes plus courts, plus grêles, assez semblables à ceux de l'*U. Gallii*, ses fleurs peu nombreuses au sommet des rameaux, les bractéoles des pédicelles plus écartées de la base du calice.

Ononis Columnæ All.

Var. *calycina*. — Dents du calice porrigées atteignant le sommet des feuilles florales et presque une fois plus longues que la gousse. — Variété analogue à la var. *calycina* Willk. de l'*O. minutissima* L.

Var. *pauciflora*. — Fleurs peu nombreuses rapprochées au sommet de la tige et des rameaux, longuement dépassées par les feuilles florales. Feuilles à folioles plus petites, plus étroites que dans la forme *genuina*, la moyenne jamais ovale-suborbiculaire, toutes profondément dentées, à dents cuspidées.

Ononis brachyantha Rouy (*O. parviflora* Cav. non Lam. nec Berg.)

Plante entièrement pubescente-glanduleuse. Tiges ascendantes, à *rameaux presque filiformes*, portant dans leur tiers inférieur les pétioles et stipules persistants des feuilles détruites. *Feuilles toutes trifoliolées, longuement pétiolées*, non rapprochées, *à pétiole toujours plus long* (souvent 1-2 fois plus long) *que l'autre partie de la feuille* comprenant le pétiolule de la foliole moyenne et la longueur de cette foliole. *Folioles* très petites, larges, celles *des feuilles inférieures et caulinaires moyennes suborbiculaires*, la moyenne plus grande, toutes à dents plus larges, moins aiguës et moins rapprochées que dans l'*O. Columnæ* ; folioles supérieures ovales (ou oblongues) - cunéiformes, à dents obtusiuscules ou aiguës, mais non cuspidées ; stipules lancéolées, dentées, égalant à peine le tiers du pétiole. *Fleurs solitaires* petites, *sessiles à l'angle des feuilles supérieures, écartées, longuement dépassées par la feuille florale* et égalant d'ordinaire la longueur du pétiole. Calice (6-8 millim.) à dents lancéolées-linéaires, porrigées, 3-4 fois plus longues que le tube ; *corolle très petite, d'un jaune pâle* tirant sur le rose, *égalant au plus la moitié du calice*, à étendard apiculé. Gousse.....

Espèce curieuse qui vient prendre place à côté des *O. Columnæ* All. et *O. saxicola* Boiss. et Reut., dont elle se distingue par plusieurs caractères bien tranchés.

L'*O. brachyantha* n'avait été signalé que dans le royaume de Valence, sur la *sierra de Engarceran*.

Anthyllis sericea Lag.

Les auteurs accordent à cette rare plante des fleurs jaunes ou jaunâtres. — Sur le sec et après empoisonnement au sublimé, il peut arriver qu'elles prennent une teinte tirant plus ou moins sur le jaune ; mais, à l'état frais, l'*A. sericea* présente des fleurs d'un blanc rosé, à étendard violacé, où le jaune ne figure en aucune façon.

(*A suivre.*)

LA BOTANIQUE A MONTPELLIER

ÉTUDES HISTORIQUES, NOTES ET DOCUMENTS

Par J.-E. PLANCHON.

L'herbier de Chirac, improprement dit de Magnol.

Dans la série de notices sur notre botanique languedocienne que j'ai ouverte par Rondelet et Richer de Belleval, l'ordre chronologique amènerait, comme troisième grande figure, le célèbre Pierre Magnol. Mais, en attendant l'occasion d'étudier avec tout ce soin qu'il mérite ce précurseur des Jussieu, je voudrais résoudre d'abord un petit problème assez piquant, savoir : l'attribution à son véritable auteur du plus ancien herbier que possède Montpellier.

Ce problème a reçu de M. Loret une demi-solution, celle qu'on pourrait dire négative; grâce à ce botaniste, on sait que l'herbier en question n'est pas de Pierre Magnol [1]. Restait à trouver la solution positive, l'origine vraie de cette collection de plantes. C'est à quoi je crois être parvenu par un ensemble d'arguments que je livre au jugement du lecteur.

L'herbier prétendu de Magnol ferait partie d'une collection plus vaste dont l'herbier des Canaries d'Auguste Broussonnet constitue le fonds principal, et qui achetée, en 1845, à un amateur, feu Bouchet-Doumenq, appartient depuis lors à notre Faculté des Sciences. Fixées sur de belles feuilles de papier grand-raisin par des liens d'une fine soie verte, étiquetées, d'après la nomenclature du *Pinax* de Gaspard Bauhin, d'une large écriture magistrale, ces plantes ont tout à fait grand air et rappellent la manière du grand siècle. Aussi l'idée qu'elles ne fussent pas de

[1] Voir Henri Loret ; De l'herbier connu sous le nom d'herbier Magnol, in *Mém. de l'Acad. des Sc. et Lettres de Montpellier* (sect. des Sc., tom. VI, ann. 1866, pag. 425-428 et tirage à part, brochure de 4 pages in-4o).

Magnol n'était venue à personne, à Bouchet-Doumenq moins qu'à tout autre ; car je me rappelle avec quelle conviction cet excellent homme distribuait, par grande faveur, à ses correspondants privilégiés, des étiquettes coupées au haut de certaines pages du dit herbier, comme autant d'autographes de Magnol [1]. Dans ce cas, comme dans bien d'autres, la légende, acceptée de confiance, excluait toute idée de doute et de recherche.

Un peu d'attention eût suffi pourtant à montrer que Pierre Magnol est resté étranger à la formation de cette collection de plantes. Les étiquettes y sont d'une écriture tout autre que la sienne. Plus d'une fois son nom s'y trouve cité à la troisième personne, avec des éloges qu'il méritait sans doute, mais qu'il se serait bien gardé de s'attribuer à lui-même. C'est sur ce second argument surtout que M. Loret s'est appuyé pour rectifier l'erreur courante de l'attribution de l'herbier en question à Magnol père, pour la reporter avec réserve à Magnol fils [2]. Mais l'argument décisif, celui qui dispense de tous les autres, je le trouve dans ce fait que l'herbier de Pierre Magnol a été donné à Linné, au nom d'Antoine Magnol, par le célèbre François de Sauvages. La correspondance de Sauvages avec Linné, publiée par feu le baron d'Hombres-Firmas, ne laisse là-dessus aucun doute. On y voit par quels intermédiaires, avec quelles précautions cet herbier a été expédié en Suède [3]. Linné multiplie les remerciements pour un

---

[1] L'écriture de Pierre Magnol, telle qu'on peut la voir dans sa matricule d'étudiant à l'Université de Médecine, 19 mai 1655, est entièrement différente de celle de son prétendu herbier.

[2] Ces réserves sont beaucoup plus accentuées dans la note publiée de M. Loret qu'elles ne l'étaient dans le manuscrit original sur lequel j'avais été appelé à faire à l'Académie un rapport verbal, dont j'ai la minute sous les yeux.

[3] Voici, dans la correspondance entre Linné et de Sauvages *, les passages qui ont trait aux plantes de Pierre Magnol, données à Linné par Magnol fils :

Linné, Lettre XIII (ann. 1747) : « Beatum me prædicarem si dares mihi

* Lettres inédites de Linné à Boissier de la Croix de Sauvages, professeur à l'École de Médecine de Montpellier, recueillies par M. le baron d'Hombres-Firmas, membre correspondant de l'Institut, publiées par les soins de son fils, éditées sur les Autographes, avec Notes historiques, par M. C. C..., professeur au collège d'Alais. Alais, in-8o, 1860.

Cet ouvrage, peu connu, est plein d'intérêt.

cadeau dont il apprécie la valeur. Il pense que Magnol fils a fait un grand sacrifice en lui donnant les plantes cueillies par son père. A quoi Sauvages, exagérant peut-être l'indifférence d'Antoine Magnol pour la botanique, répond que celui-ci n'aime pas

---

plantas D. Magnolii professoris ante editas meas species : hæ facerent tibi multas gratias in opere. »

Linné, Lettre XIV (ann. 1748) : « Plantas siccas magni Magnolii cum oblectamento pervolvam ; utinam acciperem ! rescribam ad te de singulis, utinam salvæ accederent ! Tantum debeo pro his Dom. Magnolio, ut mihi nec litteræ nec verba sufficiant. »

Linné, Lettre XV (ann. 1748) : « Gratias tibi ago, meo elogio majores, quòd ità me apud illustrem Magnolium commendasti, ut mihi dono daret suum herbarium ; dixisti hoc anteà et hoc semper sum si (sic ! lisez : *sumpsi*) uti experimentum tui candoris et intimæ amicitiæ. Si velit hoc mittere, ut queam inspicere plantas vestræ floræ, erit hoc inter mundana desideria summum, ut queam videre flores, synonyma et differentias eruere, speciebus meis plantarum inserere, absque quo beneficio bene multas debeo excludere plantas, nusquam alias inspiciendas. Restituam sancte omnes inviolatas; restituam cum gratiarum omni actione, qua ego possum meo ore gratitutinem meam publice declarare. Quod autem mihi daret, neque vellem, neque desiderarem. Non est humanum, quod aliquis daret non viso, non cognito ; res mundanas non permittunt sic mercari. Exempla non præstant, nisi forte in heroum seculis. Cur daret illi qui nihil posset reddere ? Nil fit sinè causâ ; habet amicos, cognatos, conterraneos. Et si caderet divina, ut hoc dicam, liberalitas, qualem me censerent omnes, si assumerem ? Et si sumerem, deberem hoc, decuplo ad minimum pretio, quocumque demùm modo, remunerare, quod mihi vel esset impossibile in isto statu quo vivo, vel ob defectum occasionis et loci ; sin non, fabulam (sic) fierem summæ ingratitudinis posteritati. Tu fecisti omnia quæ amicus intimus et summus poterit præstare, si mihi concederes inspicere has plantas per unam alteramve æstatem; ego plantas evolvam eâ fide quæ honestum decet, reddam die proposita ; interea dicas devotissima officia viro, famâ et animo vere *magno*. Quotiès plantas inspicio, ejus magnanimitatem, tuam amicitiam, intueor. »

Boissier de Sauvages à Linné (pag. 119-125 passim).

Celeberrimo medicinæ et botanicæ professori, ac ornamento nostri ævi, D. Carolo Linneo.

De Sauvages.

« 12 avril 1745.

» Amice colendissime,

» Tandem navis e portu Sete (sic) solvit et Stockholmiam petit ; huic committo capsam, unum pedem altam et latam, duos fere longam, cui e latere suprà pergamenum adhæret inscriptio : *A M. Grill, à Stockholm,* pour rendre à M. Linnæus à Upsal. Faciat Deus ut eam cito accipias.

» In illa capsula continentur omnes plantæ quotquot à Dom. Magnol accepi, et eas ex vetustate dignosces, ac fere omnes, quas ego identidem legi : stupesces certe

les plantes et qu'il s'est volontiers débarrassé de cette part de l'héritage paternel[1].

Mais si l'herbier en discussion n'appartient à aucun des deux Magnol, reste à savoir quel en est l'auteur véritable. Cet auteur,

---

quòd nullam plantam haberet apud se Magnolius nomine suo inscriptam, seu pittaciis munitam; omnes erant, fasciculatim aggestæ in libris, cùm D. Magnol, Botanici filius, meus collega, nequaquàm botanices gnarus, me monuit si eas vellem accipere, secus in ignem projecturum. Dedit simul alias foliis agglutinatas, sed ita detritas, ut cognosci nequeant et nullius usûs sint. Sperabas, vir clarissime, herbarium rarum nitidum, Magnolio dignum ; en solum plantas ita obsoletas et vetustas, ut valde metuam ne tibi fastidium moveant plurimæ Magnolianæ ; quæ vero a meo penu sunt recentiores ; utinam tibi placeant ! Quas volueris accipias et retineas. Verum pergratum mihi feceris, si anno sequenti aut prima navi posses remittere cæteras, et potissimum gramineas, vero nomine munitas ; illis enim carere non possum ad opus meum *Floræ Monspelianæ* (sic), tuo jussu susceptum, perficiendum. Gramineæ plures sunt raræ, a monte calcaris devectæ ; nonne possis unum ex tuis discipulis ad nomen cuique addendum ? Cum dimittes, inscribe, quæso, *à M. Desmarets, négociant à Sete, pour rendre à M. de Sauvages, à Montpellier.*

» Nullum verbum Anton. Magnolio feci de perhonorificâ cooptatione quam ipsi offers, tum quià prorsus ignorat has plantas, quas mitto, tibi destinatas esse, nec enim ea illius fuit unquàm sententia, sed tum maximè, quia illius animus ab illis scientiis et studiis academicis prorsus est alienus. Munus professorium quidem exercet, quod a patre accepit, verum ipsam medicinam nec theoricam nec praticam curat, et alias scientias nullo habet in pretio. Lætatur tamen et gloriatur quod methodum patris sui calycinam, prorsus neglectam, en oblivione extraxeris, eamque eruditis commendâris.

» Si tempus non defuisset, plantas omnes quas mitto, pittaciis ornâssem, saltem cognitas ab ignotis mihi distinxissem, ut labori tuo parcerem : verum millena me urgent negotia omnia quibus adde uxorem gravidam, non bene se habentem, etc... excusatum proindè me habeas.

» Tela cerâ obducta tegit, extra capsam, aliquot icones plantarum ill. Richeri de Belleval, quæ non anteà lucem aspexerant, quas tamen summè laudat Tournefort in præfatione *Instit.* suarum. Tabulæ æreæ ducentæ vel trecentæ sunt inter manus Præsidis de Belleval, qui eas lubentissime venundaret ; sed manuscripta avi, comtempta a natis, disperdita sunt, nisi in Bibliothecâ D. Chicoyneau lateant. Nescio autem unde plantas habuit quarum icones tradit ; earum paucissimas cognosco. Typothetæ Monspelienses ignorant modum quo illæ icones ex hisce tabulis nitide effingi possint, ut exemplaria ad te missa ostendunt. Si tamen plures velis icones, licet solus habeam unicum exemplar unius fere centenarii, mittam lubens.

[1] Il serait curieux de rechercher dans l'herbier de Linné, que possède la Société

je crois l'avoir découvert, et, chose assurément inattendue, ce n'est aucun des botanistes connus de la fin du XVIIe siècle, ni les Nissole, ni les Chicoyneau, ni de Sauvages : c'est un homme plus médecin que naturaliste, dont la carrière commencée humblement à Montpellier s'acheva à Paris dans les honneurs de la Cour : c'est Pierre Chirac, qui dut sans doute à son titre de premier du Régent de succéder à Fagon dans la surintendance du Jardin des Plantes de Paris (1718). Chirac put se rappeler à cette occasion son séjour dans le Jardin des Plantes de Montpellier, alors que, laborieux étudiant, descendu des montagnes du Rouergue, il devint le précepteur des trois fils de Michel Chicoyneau avant d'être le beau-père de l'un deux, François Chicoyneau, aïeul du dernier représentant de cette dynastie de *botanicoïdes* de notre Université.

Par quel enchaînement de preuves suis-je venu à l'idée que Chirac a fait, au moins pour une très large part, l'herbier faussement attribué aux Magnol ? L'écriture des étiquettes de la collection principale de Chirac ne suffirait pas à elle seule pour trancher sûrement la question. Mais quelques faits puisés dans l'étude de l'herbier lui-même ne peuvent concerner que Chirac. Comme médecin du Régent, Philippe d'Orléans, Chirac accompagna ce dernier d'abord en Piémont (siège de Turin, 1706), puis en Espagne (1707-1708). Or, parmi les rares plantes de l'herbier dont les étiquettes portent la trace personnelle de l'auteur, il en est une qui se rapporte à Turin, une autre à la Catalogne. La première est un *Hedysarum* [1] dont il est dit : *Hedysarum clypeatum alterum siliquis articulatis glabris flore luteo Spiritus Raynaudi Sabaudi é valle Barcinonensi botanices professoris*

Linnéenne de Londres, les quelques épaves qui peuvent être restées de la collection Magnol. Malheureusement, la plupart des plantes de cet herbier ne portent pas d'étiquettes d'origine, sans quoi les nombreux botanistes qui l'ont étudié n'auraient pas manqué d'y remarquer le nom de Magnol. Pour ma part, alors que, de 1844 à 1848, je consultais de temps en temps ces reliques du célèbre législateur de la botanique au siècle dernier, je n'aurais pu, ce me semble, y méconnaître la trace de notre grand botaniste du XVIIe siècle.

[1] *Hedysarum obscurum*, L.

Taurini apud Pedemontanos; la seconde est un Marrube qui porte l'annotation suivante : *Similis eo quod spontaneum ex Hispaniâ attuli,* et qui n'est autre que le *Marrubium Alysson* de Linné. Il y a dans cette coïncidence de deux plantes recueillies par le même homme, en deux localités si distantes, une de ces preuves qui valent surtout par leur rapprochement et qui, sans prétendre à la démonstration absolue, ont au moins la force d'une extrême probabilité.

Ajoutons à ces présomptions morales un argument nouveau qui leur prête appui.

Parmi les plantes de l'herbier en litige, M. Loret n'a pas remarqué les plus intéressantes de toutes. Elles sont malheureusement en petit nombre et proviennent, les unes des Pyrénées, les autres de la Catalogne ou bien du midi de la France. Au lieu des étiquettes à grosse écriture placées en haut des feuilles à grand format qui portent les plantes ordinaires, celles-ci présentent, au bas des feuilles d'un papier un peu moins grand, des étiquettes en fine écriture, qui sont des phrases nominatives de Tournefort, phrases extraites du *Schola botanica* de cet auteur, publié en 1689, et non des *Institutiones rei herbariæ,* dont la date est de 1700. Or, cette écriture fine est celle de Tournefort lui-même [1]; les plantes ont dû être récoltées par lui pendant ses premiers voyages dans les Pyrénées et la Catalogne (1680-1681). Il a dû, à son retour, en donner des échantillons à Chirac, avec qui nous savons qu'il était lié. Il y mit de sa main des noms alors un peu provisoires, qui figurèrent bientôt dans son *Schola botanica* et qu'on retrouve plus ou moins modifiés dans son œuvre capitale et définitive, les *Institutiones.* Ces plantes sont donc comme des épreuves avant la lettre. Elles nous rappellent le passage de

---

[1] C'est ce dont j'ai pu m'assurer en consultant, grâce à l'obligeance de M. Desnoyers, les très nombreux et très précieux manuscrits de Tournefort, que possède le Muséum d'histoire naturelle de Paris. Quelques-uns de ces manuscrits sont de la main d'Antoine de Jussieu, dont l'écriture rappelle de très près celle de son maître Tournefort. Mais c'est bien de la main du maître que sont nommées les plantes dont il est ici question.

l'illustre botaniste, dont Magnol fut à la fois le maître à Montpellier et le successeur à Paris, et que personne n'a jamais dépassé pour la connaissance des plantes de la région méditerranéenne et de l'Orient.

Ainsi, le fait principal, savoir : l'attribution à Chirac de l'herbier de Magnol, semble suffisamment établi. Mais d'autres points du problème restent à résoudre, notamment par quels intermédiaires ledit herbier est arrivé vers la fin du siècle dernier dans les mains de son possesseur à cette époque, le célèbre Auguste Broussonnet, mort, en 1807, professeur de botanique à la Faculté de Médecine ?

A défaut de documents écrits ou de traditions orales, il faut demander à la collection elle-même de nous éclairer, si possible, sur les étapes de cette transmission. Mais pour cela, le premier soin doit être de distinguer, dans la collection prise en bloc, les divers éléments qui l'ont composée à des époques différentes ou les modifications qu'elle a dû subir dans son mode de classement.

Le fonds primitif et principal de l'herbier se compose d'environ 800 espèces. La plupart sont des plantes médicinales : un grand nombre appartiennent à la région méditerranéenne, mais ont dû être recueillies dans le Jardin des Plantes de Montpellier [1].

La nomenclature adoptée étant celle de Bauhin, presque

---

[1] On aurait vite cité celles qui ont dû probablement être recueillies vivantes sur place ou reçues de correspondants. Par exemple, un échantillon d'*Hypericum Richerii* porte, de la main de Chirac, l'étiquette suivante : « Asciroides alpinum Petri Laugerii medici Sedenensis in Galloprovincia montana », faisant allusion à un Pierre Laugier de Seynes (Basses-Alpes) dont j'ai vainement cherché la trace dans les registres des actes de notre ancienne université de Médecine. C'est propablement du même correspondant que Chirac a reçu des échantillons de la plante appelée aujourd'hui *Asperula taurina*, et qui porte l'étiquette *Rubia quadrifolia vel latifolia lævis, C. B. in Pin* 334. *Rubia lævis Taurinensium* Lob. Lugd. *Rubia quadrifolia italia hirsuta* Joan.-Bauh. Au-dessous de l'étiquette première de l'*Hypericum Richerii*, une autre main que celle de Chirac a écrit en synonyme : *Ascyrum erectum salicis folio magno flore. Inst.* 256.

Ce nouvel annotateur, employant la nomenclature des *Institutiones* de Tourne-

tout ce fonds doit être antérieur à l'apparition des *Institutiones* de Tournefort. Sur une des étiquettes il est question incidemment des voyages de Jean Ray, dont la date de publication est de 1693. Tout cela nous reporte vers la fin du XVIIe siècle, c'est-à-dire juste au temps où Chirac vivait à Montpellier dans l'intimité des Chicoyneau, et peut-être est-ce pour les fils du chancelier Michel Chicoyneau [1] qu'il commença dans le jardin dont ce dernier était directeur l'herbier dont nous discutons ici la première formation. Et comme l'un de ces jeunes gens, François Chicoyneau, devint son gendre, c'est à lui que par don ou par héritage la collection serait restée.

François Chicoyneau, né en 1672, aurait été trop jeune pour faire cette collection à partir de la date indiquée : tout au plus aurait-il pu la remanier d'après la méthode de Tournefort (1694 et 1700); mais il est bien plus probable que ce soin fut laissé à son fils Aimé-François, que son éducation parisienne avait mis en rapport avec Vaillant, l'un des maîtres de la méthode nouvelle, et qui d'ailleurs, ayant le premier introduit cette classification

---

fort, parues en 1700, est le même qui a remanié l'herbier primitif et l'a classé d'après ce dernier ouvrage.

Une autre plante rare des Alpes dauphinoises qui pourrait bien provenir du même Laugier est la crucifère appelée par Grenier et Godron *Diplotaxis repanda* (*Brassica repanda* DC. *Sisymbrium monense* L.). Dans l'herbier ici étudié, elle porte en haut d'une première main (celle du fondateur de l'herbier) l'inscription : *Draba alba siliquosa repens* Casp. Bauh. in pinace. Draba altera Lob. icon. Draba Z succulento folio Clus. pan. et hist. Arabis seu draba altera Lob. ob. Lugd. eruca muralis Lugd. an Thlaspios generibus cognata siliquosa Thalii ; puis, au-dessous, de la main du second possesseur de l'herbier : Leucoium an vernum perenne, album minus Inst. R. herb. 221. De ces synonymes, les uns sont inexacts, les autres sujets à révision.

[1] Michel Chicoyneau lui-même, bien que son titre de chancelier le fît de droit directeur du jardin de l'université de Médecine, était notoirement ignorant de la botanique. Il n'avait donc pas lui-même fait cet herbier. C'est ce que prouve, du reste, l'étiquette suivante de l'une des plantes : « *Rubus* non spinosus ex horto regio Monspeliensi cujus præfectus erat clariss. Dnûs Michael Chycoineau Blesensis, universitatis cancellarius dignissimus et æquissimus judex. » Les fils Chicoyneau n'ont pu davantage être les auteurs d'un herbier commencé probablement avant 1690.

dans le jardin même de Montpellier, l'a probablement employée parallèlement pour l'herbier de son grand-père Chirac.

Cette conjecture n'est pas contredite par la comparaison de l'écriture d'Aimé-François Chicoyneau avec celle qui, sur des feuilles doubles (chemises) de l'herbier, porte les indications des classes de Tournefort. Mais, sur ce point, l'évidence n'est pas complète et, somme toute, je me borne à donner comme simplement probable l'intervention de l'un des deux François Chicoyneau (et vraisemblablement du second, Aimé-François) dans l'arrangement de l'herbier dit de Magnol.

Reste maintenant à comprendre comment l'herbier en question est passé de la famille Chirac-Chicoyneau au botaniste Auguste Broussonnet, qui le possédait aux premières années de notre siècle. Ici encore l'on ne peut procéder que par conjectures et par vraisemblance.

L'idée la plus plausible est que l'intermédiaire dans cette transmission est un personnage très peu connu au dehors comme botaniste, mais qui fut, au XVIIIe siècle, le dernier héritier des traditions tournefortiennes, au milieu du triomphe de la nomenclature et de la classification de Linné.

Ce personnage est Claude Chaptal, oncle de l'illustre chimiste de ce nom. Originaire du Rouergue, mais venu de bonne heure à Montpellier pour y étudier la médecine, Claude Chaptal, pendant sa longue carrière (il mourut en 1787, à l'âge de 89 ans), étudia de très près la flore de Montpellier. C'est à lui que j'attribue un très curieux et très volumineux manuscrit intitulé : « Herborisations », que possède notre conservatoire de botanique de la Faculté de Médecine et que je me propose de faire connaître dans un mémoire spécial. Or, l'écriture de ce manuscrit rappelle, à des nuances près, celle d'étiquettes attachées à des plantes qui forment, dans l'herbier dit de Magnol, une annexe hétérogène, évidemment ajoutée vers le milieu du XVIIIe siècle au fonds primitif de l'herbier Chirac.

Enfermées librement dans des feuilles d'un papier gris assez grossier, ces plantes, en petit nombre, constituent une double

série d'exemplaires, c'est-à-dire qu'il y a généralement deux échantillons de la même espèce, chacun avec une étiquette dans laquelle est enfilé l'échantillon. Les deux écritures des étiquettes connues se ressemblent à des nuances près : l'une pourtant est plus régulière que l'autre ; elle est d'une encre plus noire, certaines lettres y sont différemment formées ; elle est probablement d'une autre main que les étiquettes à encre plus pâle.

Celle-ci répond à peu près exactement à l'écriture du manuscrit d'herborisations que j'attribue à Chaptal [1]. On dirait que ces plantes, vulgaires pour la plupart, cueillies presque toutes dans les jardins, parfois très mal déterminées (le *Cerasus Mahaleb*, par exemple, y figure comme *Rhamnus cathartica*), on dirait, dis-je, que ces plantes ont été mises là par deux novices en botanique plutôt comme essai d'herbier personnel que comme collection définitive et sérieuse. Rien n'indique la date de ces additions de plantes à la collection principale. Mais, comme la nomenclature adoptée est celle de Tournefort, on a toute raison de penser que cette date est vers le milieu du siècle dernier.

Moins importante encore, et par le nombre et par la qualité, est la dernière série de plantes figurant dans le soi-disant herbier Magnol, et que nous ne signalerons que pour mémoire. Il s'agit d'un petit nombre de feuilles simples de papier blanc, où une main novice a tracé un encadrement à l'encre noire et sur lesquelles

---

[1] Dans le manuscrit primitif qu'il avait communiqué à notre Académie des Sciences et Lettres et dont je trouve une analyse dans mes papiers, M. Loret attribuait à Claude Chaptal les plantes renfermées dans le papier gris. Mais, la réflexion l'ayant sans doute rendu plus réservé, il ne mentionne pas même cette conjecture dans son Mémoire imprimé. Il croit réfuter d'avance, dans cette note, l'idée qu'il savait m'être venue que l'herbier principal serait de Chirac. Les deux arguments qu'il oppose à cette idée sont, d'une part la date supposée du papier (on verra ce que vaut cette hypothèse), et d'autre part la présence dans l'herbier de l'*Allium nigrum* L., qui n'aurait été découvert par Sauvages à Montpellier que dans le XVIIIe siècle. Mais pourquoi supposer que l'exemplaire en question a été pris dans la campagne, alors que la presque totalité des autres plantes proviennent de la culture ?

sont fixées par des bandelettes gommées des plantes en général assez vulgaires et parfois mal nommées [1], première ébauche d'un herbier d'écolier conservée comme souvenir des années de noviciat. La nomenclature adoptée pour ces plantes est déjà celle de Linné, mais la synonymie est encore celle de Bauhin, de Ray, des vieux auteurs [2]. Sur plusieurs des feuilles on lit par transparence le nom de Montgolfier et la date 1777 [3], preuve que les plantes y ont été fixées après cette date. Auguste Broussonnet, né en 1768, aurait eu alors 16 ans et pourrait à la rigueur avoir ébauché ce rudiment d'herbier ; mais l'écriture des étiquettes, sans s'éloigner très sensiblement de celle du savant naturaliste en sa pleine maturité, n'y répond pas non plus de façon à permettre de trancher sans réserves cette question d'attribution. Du reste, la chose a peu d'importance et mérite peu qu'on s'y arrête, le fait principal, c'est-à-dire le passage de l'herbier principal dans les mains de Broussonet étant incontesté.

En résumé, voici les conclusions qui semblent sortir des considérations qui précèdent :

---

[1] Le Digitalis purpurea L. y est appelé Digitalis Thapsi Linn. Digitalis hispanica purpurea minor Tournef.

[2] Voici par exemple comment est conçue une des étiquettes :

Thlaspi Bursa pastoris Linn.
Bursa pastoris major folio sinuato Bauhin.
Thlaspi fatuum Ray.
La Boursette, le tabouret.
Maio floret.

[3] Une preuve qu'il faudrait être très réservé dans l'argumentation à tirer de la date supposée d'un papier pour la date d'un herbier, c'est l'erreur dans laquelle le *Directeur du journal des papetiers* de Paris a fait tomber M. Loret à l'égard du beau papier grand-raisin qui porte les plantes de l'herbier Chirac. S'appuyant sur les apparences et sur le raisin filigrané dans la pâte de ce papier, l'expert en question a cru devoir affirmer que ledit papier a dû être fait vers 1762 (à deux ou trois années près !). Les deux ou trois années de latitude sont peut être mises là pour expliquer comment Antoine Magnol, mort en 1759, aurait pu rigoureusement se servir de ce papier. Mais tout ce calcul est vain, car ces mêmes feuilles, supposées de la seconde moitié du dernier siècle, portent parfois l'écriture de Tournefort, qui mourut en 1708. Encore ces phrases de Tournefort sont-elles, par leur forme même, antérieures à la publication des *Institutiones rei herbariæ*, c'est-à-dire à l'année 1700.

1° L'herbier dit de Magnol n'a jamais appartenu à Pierre Magnol, l'auteur du *Botanicum monspeliense*.

2° Il n'a pas été fait non plus par Magnol fils.

3° Toutes les probabilités lui donnent pour premier auteur Pierre Chirac, précepteur des enfants Chicoyneau, et pour continuateur Aimé-François Chicoyneau, petit-fils de Chirac.

4° Vers le milieu du XVIIIe siècle, cet herbier a dû passer des Chicoyneau à Claude Chaptal, dont la longue vie de médecin praticien fut vouée aussi à la botanique.

5° De Claude Chaptal, mort en 1787, l'herbier est probablement passé, par achat ou don, à Auguste Broussonnet; puis, par achat, à Bouchet-Doumenq, et finalement à la Faculté des Sciences.

Ici se termine la partie historique de cette note. Dans une seconde partie, nous présenterons sur les plantes elles-mêmes dont l'herbier en question se compose, des observations critiques se rattachant de plus près à la botanique pure. Ce sera le complément naturel de nos études d'ensemble sur le développement de la botanique à Montpellier, pendant la période qui s'étend du dernier quart du XVIIe siècle jusqu'au milieu du XVIIIe, abstraction faite de Magnol et de Sauvages, qui mériteront des notices spéciales.

APPENDICE.

Sans prétendre faire d'une manière incidente une histoire de la dynastie des Chicoyneau, je puis néanmoins, pour l'intelligence du sujet ici traité, ajouter aux détails connus de la vie de ces personnages quelques particularités inédites, empruntées surtout aux précieuses archives de notre ancienne Université de Médecine.

Mentionnons d'abord pour mémoire le fondateur de la fortune de la famille, Michel-Aimé Chicoyneau, qui, venu à Montpellier auprès de son parent Martin Richer de Belleval, hérita de toutes les charges de ce dernier, notamment de l'intendance du jardin du Roi (jardin des plantes) sans laisser aucune trace de son savoir comme botaniste. On peut le supposer à cet égard aussi nul que

Martin Richer de Belleval lui-même, qui soutint si mal la réputation de son oncle, Pierre Richer de Belleval.

Des trois fils de Michel Chicoyneau, *cancellarius et judex*, comme il a soin de le dire, l'aîné, Michel-Aimé Chicoyneau, fut par provision admis à la survivance des places de son père. C'est ce que prouve la note suivante, extraite du registre n° 27 des actes de notre Université de Médecine. (A ce moment, je ne sais quel scribe, absolument brouillé avec l'orthographe et le bon style, tenait la plume à la place de l'un des professeurs habituellement chargés des fonctions de secrétaire.)

« Ce jourduy iime may 1689, M. Amâble Michel Chicoyneau, fils de maître Michel Chicoyneau chancelier en l'Université de Médecine de Montpellier, conseliere du Roy an la chambre des conte Eyde et finance de cette ville a Etté istalle an la charge de chancellier et de Professeur anatomique et botanique a la seurvivance de M^r^ son paire et intandant du Jardin Roial par les laitre patante du Roy Louis 14me du non que dieu le conserve luy et ses armes. »

La matricule de Michel-Aimé Chicoyneau comme étudiant en médecine est du 20 août 1684. Reçu docteur le 12 juin 1686, son admission au tour de chappe (c'est-à-dire à prendre part aux examens...) pour la Saint-Luc suivante est du 12 mai 1689. Deux ans après, il mourait par accident, dans une excursion botanique.

« Ce jourduy 20 juin 1691, est-il dit dans le registre cité, M. Eymable Michel Chicoyneau et de sede (est décédé), car il sy noia alant chercer de plante alate (allant chercher des plantes à Lattes) et a Etté antere (enterré) dans leglise des cordelier. »

L'écriture de Michel-Aimé Chicoyneau (2me du nom), telle qu'on la voit dans sa matricule, diffère notablement de celle de l'herbier attribué à Magnol ; et d'ailleurs, bien qu'il soit mort au champ d'honneur de la botanique, il était trop jeune (21 ans) pour avoir fait lui-même alors une collection si considérable et si bien nommée.

Ce premier fils mort, Michel Chicoyneau, toujours bien en

cour, obtint la survivance de ses charges pour son troisième fils Gaspard.

« Ce 20 décembre 1691, dit le registre cité, M. Gaspard Chicoyneau a ett istalle à la charge de chancelier professeur anatomique et botanique intandant du jardin royal an survivance de M. Michel Chicoyneau son paire et ce jour 24 décembre 1691 il a ette admis (a été admis) autour (au tour) de chappe san rien paier a cose que feu son frair navet (son frère n'avait) pas acheve son tour de chappe. »

La matricule de Gaspard comme étudiant est du 28 juin 1688 ; son doctorat est du 5 octobre 1691. Son écriture est différente de celle de l'herbier dit de Magnol. Il mourut à l'âge de 20 ans, en 1693. (Martins ; *Le Jardin des Plantes de Montpellier*, pag. 2.)

En parlant du cadet des trois frères, François Chicoyneau, M. Martins affirme que ce dernier ne fut appelé par son père à étudier la médecine que parce que, ses deux frères étant morts, il s'agissait de lui transmettre à son tour la survivance des charges paternelles. Ceci n'est pas strictement exact, car l'inscription (matricule) de François dans notre Université est du 28 juin 1688, c'est-à-dire cinq ans avant la mort de son frère Gaspard. Mais la prudence du père, à l'égard de la survivance de ses charges, n'en éclate pas moins dans cette troisième occasion.

Écarté, par son titre de protestant, de la chaire de médecine, à laquelle il avait droit par concours depuis 1667, Pierre Magnol put, en 1687, en l'absence de Michel Chicoyneau, faire des démonstrations de botanique. Mais là se bornèrent d'abord ses fonctions, en attendant que la faveur de Fagon et sa conversion au catholicisme lui permissent d'occuper en 1694 une chaire de *médecine* pareille à celle qu'il avait conquise en 1667 [1].

---

[1] On est tout surpris d'apprendre que Pierre Magnol, botaniste éminent, ait été dans notre ancienne Université titulaire d'une chaire de médecine et non d'une chaire de botanique. Cela tient à ce que le titre de chancelier à Montpellier (comme celui de premier médecin du Roi à Paris) donnait droit à la direction du Jardin des Plantes. C'est en vertu de ce titre que Imbert et même Barthez

Un an avant cet acte de réparation, François Chicoyneau, malgré sa jeunesse (il était né en 1672) et son peu d'expérience, recevait solennellement la survivance de tous les titres et honneurs de son père.

« Ce jour duy sinquième juin 1693 M. François Chicoyneau a ette istallé à la charge de chancelier professeur anatomique et intandance du jardin roial an seurvivance de M. son paire. Il a ette promeu (a été promu) et mene avec les violon au jardin Roial pour le maittre an posesion du dit jardin. Cela ette fait par M. Ustache, juge mage, et les jeans due roy (et les gens du roy) lui ont assisté comme M. Verderon, avocat du roy, M. Ramiso, comme procureur du roy. »

Le même scribe qui nous décrit cette sorte d'installation anticipée en des fonctions supérieures, constate plus loin que le héros de la fête ne sera admis que deux ans plus tard à siéger aux examens.

« Ce jour duy 23 juin 1693, M. François Chicoyneau a ette amis (a été admis) au tour de chape qui est pour paser docteur et bachelier (examiner des docteurs et bacheliers) dans deux ans a compte de ce jour du 23 juin 1693. »

François Chicoyneau mourut à Paris, en 1752, sans laisser de traces dans la science botanique. Mais il se fit connaître comme

---

furent directeurs de notre Jardin. Par suite de cet abus, les botanistes véritables, Pierre Magnol, Claude Chaptal, Pierre Cusson, Antoine Gouan lui-même avant le départ de Barthez pour Paris (1781), ne firent des leçons de botanique que comme démonstrateurs ou comme suppléants de titulaires de la chaire de botanique. Il faut dire que ces derniers étaient en même temps professeurs d'anatomie, ces deux branches de la science médicale ayant été malheureusement rivées l'une à l'autre depuis la création de la cinquième régence de médecine (anatomie et explication des simples), instituée en 1593 par Henri IV en faveur de Pierre Richer de Belleval, jusqu'au temps où Gouan, de 1771 à 1773, fut chargé comme professeur-adjoint de l'enseignement de la botanique. Dans l'intervalle de 1740 à 1748, époque de minorité de Jean-François Chicoyneau, François Boissier de Sauvages, sans être chancelier, fut professeur de botanique et directeur du Jardin royal des Plantes : mais, à cette dernière date, il dut céder ces places à J.-F. Chicoyneau et reprendre une chaire de médecine qu'il avait déjà obtenue en 1734. (Voir Martins ; *Le Jardin des Plantes de Montpellier*, pag. 37.)

médecin, notamment lors de la fameuse peste de Marseille (1720), qu'il alla étudier sur place et dont il contesta, comme son beau-père Chirac, le caractère contagieux.

Son fils Aimé-François Chicoyneau (habituellement nommé François tout court), né en 1701, mort en 1740, fut vraiment le seul de la famille qui mérita le titre de botaniste et s'occupa sérieusement de sa charge de directeur du jardin des plantes. Son éducation se fit à Paris sous les yeux de son grand-père Chirac. Il eut pour maîtres, en anatomie Duverney et Winslow, en botanique Vaillant. Le premier, il classa les plantes du jardin d'après la méthode, alors dominante, de Tournefort. C'est donc lui très probablement qui rangea suivant la même méthode l'herbier de Chirac, lequel dut lui venir entre les mains comme un héritage de famille.

En mourant, en 1740, à l'âge de 38 ans, Aimé-François Chicoyneau laissa ses places à son fils Jean-François Chicoyneau, pendant la minorité duquel la place de professeur de botanique et celle de directeur du jardin furent occupées par le célèbre Boissier de Sauvages. Reçu docteur à 20 ans (1757), ce dernier des Chicoyneau prit l'année suivante possession des charges inféodées à sa famille ; mais il mourut en 1758, et la botanique, encore sacrifiée, échut au chancelier Imbert, dont un petit livre malicieux a persiflé l'ignorance en fait de plantes[1].

Signalons pour mémoire un autre Chicoyneau dont le portrait figure dans la riche galerie de l'Université (aujourd'hui Faculté de Médecine (avec l'inscription suivante) :

Jacobus Chicoyneau

Regis consiliarius et medicus in alma Monspeliensium medicorum academia professor regius. Obiit ætatis suæ anno quadragesimo sexto 2a mensis novembris 1722.

---

[1] Ce petit livre, faussement attribué à Imbert et intitulé : « Leçons de botanique faites au jardin royal de Montpellier par Imbert, recueillies par Dupuis des Esquilles, in-12, en Hollande, 1762», fut, on le suppose, une malice de ses élèves Pierre Cusson et Gouan. Des botanistes s'y sont trompés et ont pris au sérieux ce qui est une plaisanterie d'écoliers déjà maîtres par le savoir.

C'est le seul de la dynastie qui ne porte pas le titre de *Professor anatomicus et botanicus, cancellarius et judex.* D'après la date de sa naissance (1676), on peut présumer que c'était un collatéral des autres Chicoyneau, car le premier Michel-Aimé aurait été trop vieux et les trois fils de ce dernier trop jeunes pour que l'un d'eux pût être son père.

Nota. — A la suite de la seconde partie de ce travail, je placerai, comme Pièces justificatives, des *fac simile* d'autographes des principaux personnages en cause, en même temps que des *fac simile* des étiquettes des diverses parties dont se compose l'herbier ou plutôt la collection d'herbiers en question.

REVUE SCIENTIFIQUE.

Zoologie.

Recherches sur l'histologie des Insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement post-embryonnaire de ces animaux; par H. Viallanes, Docteur en médecine, Répétiteur à l'École pratique des Hautes Études. G. Masson, 1883.

M. le Dr Viallanes, dont le nom est déjà connu des lecteurs de la *Revue*, a présenté à la Faculté des Sciences de Paris une Thèse de doctorat ès sciences naturelles ayant pour titre : *Recherches sur l'histologie des insectes et sur les phénomènes histologiques qui accompagnent le développement post-embryonnaire de ces animaux.*

On sait, d'après les travaux de Weismann, que chez les Insectes à métamorphoses complètes les divers tissus larvaires se fondent en un magma graisseux, où se constituent, comme en un véritable œuf post-embryonnaire, les tissus de l'adulte ou imago. C'est cette destruction des éléments larvaires ou histolyse et leur reconstitution ou histogénèse qui ont été, de la part de M. Viallanes, l'objet d'une étude approfondiet dont le puissant intérêt théorique n'exclut pas l'utilité pratique, puisqu'elle met une fois de plus en évidence l'identité des processus physiologiques et des processus morbides.

1re partie. — Une étude préliminaire s'imposait à l'auteur. Il fallait tout d'abord acquérir une connaissance approfondie, et des tissus qui doivent disparaître dans la nymphe, et de ceux qui sont appelés à les remplacer dans l'insecte parfait.

M. Viallanes (et cette revue historique et critique est faite avec le plus grand soin pour chacun des chapitres de son travail) expose les travaux de ses devanciers sur les téguments de la larve, qui l'occupent en premier lieu.

La peau des larves (l'auteur s'est surtout adressé à des Diptères *Musca vomitoria*, *Tipula gigantea*, etc.) est formée, extérieurement, d'une cuticule homogène ; au-dessous existe une assise unique de cellules aplaties, disposées en mosaïque, qui forment l'hypoderme. Celui-ci, à son tour, repose sur une membrane basale, anhiste, à laquelle on trouve accolées, dans certains cas, des cellules de forme bizarre, qu'on peut appeler sous-hypodermiques.

La peau de la larve reçoit des nerfs qui, tous, ne dépendent pas de la chaîne ventrale, non plus que du système stomato-gastrique.

Ces éléments nerveux se présentent sous la forme de ganglions reliés entre eux par leurs prolongements et remarquables, dans certains cas, par leur disposition régulière et leur symétrie.

Les terminaisons nerveuses, sensitives, normales, sont de deux sortes. Les unes aboutissent à des appareils chitineux spéciaux. Pour cela, le prolongement terminal du nerf va se fusionner avec le protoplasme de la cellule hypodermique modifiée qui constitue la matrice du poil.

Les autres consistent en un réseau sous-hypodermique de cellules multipolaires, anastomosées, dont les prolongements paraissent se terminer par des extrémités libres, telles qu'on n'en connaissait, jusqu'à présent, que dans les vers inférieurs.

M. Viallanes nous fournit quelques notions d'un haut intérêt sur le vaisseau dorsal, dont il n'a pas la prétention toutefois de donner une histoire complète. Il a établi qu'histologiquement le vaisseau dorsal est comparable à un capillaire de Vertébré, capillaire qui serait devenu contractile par le développement de fibrilles musculaires dans le protoplasma des cellules qui le composent. Il est à remarquer que, dans les jeunes larves, le vaisseau dorsal est un tube ouvert à ses deux extrémités, mais dépourvu d'orifices latéraux.

En passant, M. Viallanes nous renseigne sur la structure des fibres musculaires du canal digestif. Ici encore, comme dans le cœur, chaque fibre contractile semble constituée par une seule cellule aplatie, à noyau unique, dont le protoplasma s'est différencié, à des degrés divers, en substance contractile.

Cette musculature est animée par des nerfs qui, au voisinage des muscles, constituent des plexus ganglionnaires d'une disposition très régulière.

M. Viallanes aborde ensuite l'étude des muscles striés volontaires dans la larve, et dans l'aile et les pattes de l'imago.

Cette étude montre que la fibrille de l'aile des insectes est homologue de la fibrille du muscle des Vertébrés, bien que chez les premiers elle puisse se décomposer en fibricules, éléments qui manquent chez les seconds.

Ces fibrilles se groupent en colonnettes réduites à une seule et dépourvues de sarcolemme dans l'aile du dytique, par exemple, multiples dans la mouche, où le sarcolemme fait aussi défaut. Il suffit donc d'ajouter une enveloppe de sarcolemme à un faisceau de mouche pour avoir, dans ses parties essentielles, un faisceau de Vertébré.

Dans les muscles des pattes du dytique et de la mouche, on rencontre du sarcolemme et une colonnette unique.

Nous nous bornons à mentionner le titre du chapitre VI : *Terminaisons nerveuses dans les muscles striés volontaires*, dont les principaux résultats ont été précédemment exposés à nos lecteurs.

2e PARTIE. — Dans la deuxième partie de la Thèse de M. Viallanes sont étudiés les intéressants phénomènes de l'histolyse ou destruction des tissus et des systèmes larvaires.

C'est à Weismann (de Fribourg) qu'on doit d'avoir fait connaître, en 1864, le véritable mécanisme à l'aide duquel l'imago procède de la larve et de la nymphe.

Il reconnut dans la cavité générale de la larve des petits corps blancs, au nombre de sept paires, deux pour la tête et six pour le thorax. Il nomma *imaginal Scheiben, disques imaginaux*, ces formations qui avaient été aperçues avant lui, mais dont le premier il a compris nettement la signification. Leur rôle est d'une grande importance. Lorsque, au moment où la larve devient immobile, tous les tissus dégénèrent, meurent et sont dissous, les disques prennent un grand accroissement. Ceux de la tête constituent, en se développant et se rejoignant, les téguments de cette partie. Ceux du thorax donnent naissance aux zoonites thoraciques et aux membres qui s'y rattachent. Reste l'abdomen, que Weismann regardait comme procédant directement des derniers anneaux larvaires.

Dans cette enveloppe de nouvelle formation apparaissent des tissus sans filiation directe avec les tissus larvaires correspondants, mais qui naissent par génération spontanée dans le liquide cavitaire suivant Weismann, comme dérivation des disques imaginaux selon Kunckel et Ganin. Toutefois le système nerveux central ne fait que se modifier sans disparaître, et l'intestin de l'imago dérive d'une pelote cellulaire en laquelle l'intestin larvaire s'était réduit.

Avant d'aborder l'histoire de l'histolyse des divers tissus, l'auteur s'occupe du sang de la larve, qui est appelé à jouer un rôle du plus grand intérêt dans l'évolution ultérieure.

Les globules larvaires se montrent identiques aux leucocytes des Vertébrés ; comme ceux-ci, ce sont des cellules embryonnaires typiques.

L'auteur passe ensuite à l'histoire de l'histolyse du tissu musculaire, du tissu graisseux, des glandes salivaires et des trachées.

L'histolyse du tissu musculaire a lieu de bonne heure. Elle se produit par deux procédés.

Dans l'un, qu'on peut appeler histolyse par évolution régressive, les noyaux musculaires, enveloppés de protoplasma, prolifèrent en donnant naissance à des *granules roses*, qui semblent absorber toute la substance contractile.

Dans l'autre, qu'on peut qualifier d'histolyse par dégénérescence, le noyau musculaire perd son nucléole, en même temps que la substance contractile disparaît.

Granules roses et nucléoles vides deviennent libres dans la cavité générale et présentent alors une ressemblance frappante avec les éléments vitellins des Oiseaux et des Reptiles.

La destruction des cellules du corps adipeux est produite par l'apparition, dans leur protoplasma, de granules que la rupture ultérieure de la membrane cellulaire finit par mettre en liberté, et qu'il y a des raisons de considérer comme des cellules-filles de la cellule adipeuse.

Loin d'être le siège de phènomènes de nécrobiose, les éléments cellulaires des glandes salivaires, ainsi que ceux des trachées, prennent, au moment de la métamorphose, un surcroît d'activité. Dans les cellules augmentées de volume et dont les noyaux sont rejetés à la périphérie, apparaissent des cellules-filles, de telle sorte que la glande et la trachée redeviennent, comme chez l'embryon, un tube à parois épaissies par de nombreuses cellules embryonnaires typiques. Plus tard ces cellules se dissocient et se répandent dans la cavité générale, comme celles qui proviennent de l'histolyse des muscles et du corps adipeux.

Weismann, on ne l'a pas oublié, admet que les disques imaginaux donnent naissance aux seuls téguments de l'imago, et que les autres organes tirent leur origine de corps particuliers rencontrés par lui au milieu de la purée graisseuse résultant de la destruction des organes de la nymphe. Il nomme ces corps particuliers *boules à noyaux* (*Körnchenkugeln*). Ils se montrent sous la forme de petites et de grosses cellules, à membrane très fine, renfermant une matière granuleuse au milieu de laquelle on découvre un certain nombre de noyaux.

Ces corps ont été étudiés à nouveau par M. Viallanes, qui est parvenu à déterminer leur origine.

Les petits sont des éléments de diverses sortes en état de prolifération, dérivant du tissu musculaire et présentant à certains égards, ainsi qu'il a été dit, une ressemblance avec les éléments vitellins des Oiseaux et des Reptiles.

Les gros sont des cellules du corps adipeux à leur dernier état, remplies de granules spéciaux qui sont peut-être des cellules embryonnaires.

M. Viallanes consacre un chapitre à l'histolyse de l'hypoderme larvaire.

On a admis, jusqu'à présent, que les cellules hypodermiques de la tête et du thorax de la larve disparaissent complètement et sont remplacées par d'autres, provenant des disques imaginaux, tandis que l'hypoderme de la région abdominale provient d'une transformation sur place des segments postérieurs de larve. Telle n'est pas la marche des phénomènes pour l'abdomen ; mais, en ce qui concerne la tête et le thorax, il n'est pas exact non plus de dire que l'hypoderme imaginal procède immédiatement de celui de la larve. Il existe en effet une période intermédiaire pendant laquelle la cavité du corps n'est close que par une cuticule qui pourrait bien être la membrane locale de l'hypoderme larvaire épaissie.

3e Partie. — Dans la troisième partie est exposée la marche des phénomènes d'hystogénèse, ou formation des tissus et des systèmes de l'imago.

Tout d'abord, l'auteur traite de la formation des téguments de la tête et du thorax.

Il a reconnu, conformément à l'opinion de Weismann, que les disques imaginaux de ces régions en forment les téguments ; il ajoute quelques détails nouveaux sur la façon dont l'hypoderme de ces disques se substitue à l'hypoderme larvaire, rejeté comme dépouille morte.

M. Viallanes a été ainsi amené à faire un examen plus approfondi de la constitution de ces disques, qu'il a reconnus être composés de trois assises : une externe, le *feuillet provisoire*, séparée par un intervalle de l'exoderme, doublé à son tour par le mésoderme.

Il a découvert dans le disque formateur de l'aile des trachées qui se détruisent à la période nymphale.

Nous avons noté le désaccord qui existe entre l'opinion reçue relativement à la formation des téguments abdominaux de l'imago et les observations de M. Viallanes. Il se refuse à admettre que toutes les cellules hypodermiques de la larve se transforment en cellules embryonnaires, pour constituer la couche correspondante de l'imago. En réalité, cette transformation ne s'effectue que sur quatre points : deux supérieurs et deux inférieurs. En ces points, on voit l'hypoderme s'épaissir de manière à former de véritables disques imaginaux et se résorber au contraire dans l'intervalle qui les sépare.

Donc, même mode de formation essentiel pour les téguments de toutes les parties du corps ; il n'y a de différence que celle qui résulte de l'apparition plus tardive des disques de la région abdominale.

L'auteur expose ensuite l'histogénèse du système musculaire.

Dans ce but, il a étudié avec le plus grand soin l'évolution d'une des masses musculaires de l'aile.

Cette masse procède d'une ébauche unique se présentant, à l'origine, sous la forme d'un mince cordon composé de cellules musculogènes, plongées dans une substance fondamentale homogène. Plus tard, dans cette ébauche, la substance fondamentale prend la texture fibrillaire, suivant cinq lignes superposées. Cette texture s'étend du centre vers la périphérie de l'ébauche et englobe les cellules musculogènes, qui, disposées avec régularité, deviennent les noyaux intercolumnaires.

Les muscles des pattes dérivent du mésoderme des disques imaginaux, ce qui, soit dit en passant, n'est pas encore démontré pour es muscles de l'aile. Le mésoderme des disques présente de même une substance fondamentale avec des noyaux musculogènes. On le voit se disposer en traînées qui s'isolent de l'exoderme et qui sont l'ébauche d'un muscle ou d'une masse musculaire. Chacune de ces traînées est constituée par un tube à parois transparentes, présentant une série régulière de renflements pourvus chacun d'un noyau. Enfin, chaque formation moniliforme acquiert une texture fibrillaire et devient contractile.

Le canal axéal du tube se retrouve dans le faisceau, et chacun des noyaux devient un noyau musculaire.

Il résulte de ces observations que les faisceaux striés sont des organites pluricellulaires, qu'on est en droit d'homologuer histologiquement et morphologiquement à un tendon de Vertébré.

Le chapitre IV et dernier de la Thèse de M. Viallanes renferme une étude minutieuse du développement de l'appareil visuel.

Il serait difficile de présenter un abrégé de cette étude, en raison de la complexité de l'organe de la vision et des faits qui se rattachent à son histoire.

Nous nous bornerons donc aux points suivants :

M. Viallanes s'est attaché à faire connaître avec plus de détail et de précision que ses devanciers la structure de l'appareil de la vision des Insectes.

Il donne ensuite un exposé très complet du développement de cet appareil.

Chez la larve, il comprend le disque imaginal, la tige nerveuse et le ganglion optique.

L'exoderme du disque est d'abord normal; puis, avant la métamorphose, on voit ses cellules superficielles grossir et s'allonger notablement.

Le mésoderme du même disque présente ce caractère spécial d'être formé de fines fibrilles nerveuses entremêlées de noyaux et en continuité chacune avec une des cellules allongées de l'exoderme. En arrière, ces fibrilles semblent se réunir en paquet et forment la tige nerveuse qui les relie au centre nerveux. Ce dernier est constitué par la portion la plus externe du ganglion cérébroïde, et l'analyse qu'en a faite l'auteur lui a montré que, dans la larve, toutes les parties principales de l'appareil visuel, lame ganglionnaire, fibres en palissade, etc., sont déjà ébauchées.

Au moment de la métamorphose, l'exoderme du disque imaginal de l'œil se soude à celui des disques voisins ; sa cuticule devient la cornée et les cellules optogènes apparaissent entre celle-ci et la membrane basale, devenue la limitante postérieure de l'œil.

Le ganglion optique perd son névrilemme et se rapproche de l'œil composé.

En même temps, ce ganglion éprouve une série de changements que l'auteur a fait connaître pour la première fois, et dont la nature ne peut être bien comprise qu'en se reportant au mémoire que nous analysons.

Dix-huit planches, d'une exécution soignée, accompagnent la Thèse inaugurale de M. Viallanes, thèse qui constitue un appoint des plus honorables à l'actif scientifique de ce jeune naturaliste.

S. Jourdain.

Botanique.

Etude comparée des Tiges aériennes et souterraines des Dicotylédones ; par M. J. Costantin. (Thèse inaugurale. *Ann. des Sc. nat.*, 6e série. Bot, tome 16.)

Dans le travail dont nous nous proposons de donner ici un résumé succinct, M. Costantin étudie la structure anatomique des tiges souterraines des dicotylédones comparativement avec la structure des tiges aériennes de la même plante. Cette étude est divisée en trois parties : 1° Historique ; 2° Étude expérimentale ; 3° Application des résultats obtenus aux tiges observées dans la nature.

En ce qui concerne la partie historique, M. Costantin, après avoir rappelé brièvement les études de morphologie externe faites sur les rhizomes, analyse les travaux des auteurs qui en ont étudié l'anatomie. Quant aux travaux de physiologie, ils sont assez peu nombreux, et, bien que cette question-là aurait dû amener naturellement les auteurs à en-

treprendre des études expérimentales, aucun d'eux ne s'est occupé de ce sujet d'une manière générale. En résumé, malgré les travaux de MM. Chatin et Vaupell ayant trait à l'anatomie des rhizomes, l'étude comparée des tiges aériennes et des tiges souterraines était encore à faire.

La deuxième partie de ce travail, c'est-à-dire la partie expérimentale, était absolument nécessaire pour arriver à la solution de la question que l'auteur s'était proposé de résoudre. En effet, puisque, d'une part, il y a de grandes différences de structure entre la région aérienne et la région souterraine, et que, d'autre part, un certain nombre de ces différences sont communes à toutes les plantes, peut-on dire que c'est le séjour sous le sol qui produit ces différences communes? En un mot, sont-elles dues à l'hérédité ou bien simplement à l'influence du milieu? C'est ce que l'expérience seule peut dire. En outre, l'observation de l'enracinement de la ronce, que M. Costantin donne comme avant-propos de cette deuxième partie, démontre encore mieux la nécessité d'entrer dans la voie de l'expérimentation. On observe en effet de grandes différences entre la tige aérienne et le tubercule végétatif; mais si on compare la structure de ce même tubercule à celle de la tige maintenue enterrée artificiellement, on remarque des différences d'un autre ordre. On peut donc, par ce seul fait, voir les différences de structure qui sont sous l'influence du milieu et celles qui sont morphologiquement héréditaires. Partant de ce point de départ, M. Costantin a pris des plantes pour lesquelles l'hérédité morphologique n'intervient pas dans les comparaisons, et il a fait pousser des tiges, les unes dans l'air, les autres sous terre, toutes les autres conditions restant les mêmes. C'est ainsi qu'il est arrivé à ce résultat, que la plupart des modifications s'observaient dans tous les végétaux, bien que ceux-ci appartinssent à des familles bien diverses: Papilionacées, Rosacées, Cucurbitacées, Euphorbiacées, Labiées, etc. Il serait trop long d'analyser tous les détails donnés sur chaque famille; nous nous contenterons de citer textuellement les conclusions mêmes de l'auteur. Pour toutes les tiges maintenues sous le sol, on observe que:

1° *L'épiderme se subérifie;*

2° *Une couche subéreuse peut naître vers la périphérie;*

3° *Le parenchyme cortical augmente;*

4° *Le collenchyme disparaît;*

5° *Les plissements de l'endoderme sont plus longtemps visibles;*

6° *Les fibres libériennes sont peu développées ou manquent;*

7° *La couche génératrice libéro-ligneuse est moins active;*

8° *Les faisceaux du bois sont moins développés et la lignification ne se produit que difficilement;*

9° *Le rapport de la moelle à l'écorce est plus faible que dans la tige aérienne ;*

10° *Il peut se former de l'amidon.*

Ces variations étant données, il restait à voir si les différences observées entre les tiges souterraines naturelles et les tiges aériennes de la même plante étaient semblables et de même nature que celles qui viennent d'être indiquées. C'est là l'objet de la troisième partie du travail de M. Costantin. Il est tout d'abord évident que l'action doit être ici bien plus profonde que dans les plantes soumises à l'expérience, et que, par suite, les transformations doivent être évidemment plus intenses. En comparant la structure des tiges aériennes à celle des tiges souterraines de la même plante, on voit quelles sont les différences qui sont analogues à celles qui ont été observées expérimentalement : celles-là seront dues par conséquent à l'influence du milieu, tandis que les autres modifications devront être considérées comme purement héréditaires. Plus de trente familles ont été étudiées à ce point de vue par l'auteur, qui dans chaque famille a décrit un type avec détail, auquel il a ensuite comparé les autres; les observations sur chacune de ces familles se terminent par le résumé des variations reconnues par la comparaison des types vivant dans les deux milieux, et c'est en récapitulant les conclusions des différents chapitres que l'auteur donne ses conclusions générales. Il arrive à attribuer à l'influence du milieu dans les tiges souterraines :

1° *Le grand développement des tissus de protection (épiderme subérifié, couche subéreuse) ;*

2° *La réduction ou la disparition de l'appareil de soutien (collenchyme, anneau fibreux, fibres libériennes) ;*

3° *Le grand développement de l'écorce et la réduction relative de la moelle ;*

4° *La faible lignification ;*

5° *La production des matières de réserve.*

On voit donc par là que l'influence du milieu joue un rôle des plus considérables, et que c'est à elle que l'on doit attribuer les plus grandes différences entre les types aériens et les tiges souterraines : sans doute l'hérédité joue bien, elle aussi, un certain rôle, mais purement secondaire.

J. H.

Observations sur les Plantes grimpantes du jardin Botanique de Buitenzorg; par M. M. Treub. (*Ann. du Jard. Bot. de Buitenzorg*, vol. III ; Leide, 1883, pag. 160-183 et pl. XXV-XXVII.)

Dans ce premier chapitre, M. Treub s'occupe surtout de l'aide que les accidents de la surface, poils, aiguillons, etc., peuvent apporter aux plantes

grimpantes ; on y trouve, en outre, certaines indications sur des adaptations spéciales d'un rang plus élevé.

Poils rigides sur les vrilles. — Généralement, la plupart des vrilles sont glabres ; cependant chez quelques plantes on trouve des poils rigides qui aident aux vrilles à mieux remplir leurs fonctions. L'*Iodes ovalis* et l'*Iodes tomentella*, plantes de la famille des Olacinées, présentent des vrilles garnies, à leur base, de poils minces et dirigés dans tous les sens qui diminuent de nombre en montant ; après la dichotomie de la vrille, ils sont remplacés par des poils très durs, dirigeant leurs pointes vers le bas et constituant ainsi un moyen pour faciliter la fixation.

Chez les *Serjania*, *Caracasana* et *Paullinia carthagenensis*, chaque branche de la dichotomie de la vrille se termine en crosse dont la face concave seule est irritable. Cette face est parfaitement glabre, tandis que la face convexe, inactive, est munie de poils rigides dont les pointes sont dirigées vers le haut. Ces poils servent donc ici à mieux exposer la face irritable, en ouvrant la crosse lorsqu'elle vient à frotter contre un objet voisin.

Poils rigides sur les tiges volubiles.—Dans une *Apocynée*, on observe un dimorphisme remarquable. Certains rameaux qui ne sont nullement volubiles, mais pourvus de feuilles, ont une surface lisse ; d'autres au contraire sont volubiles, avec des feuilles rudimentaires, et présentent de petites proéminences rudes et aiguës. Ce sont des cellules épidermiques se terminant en une pointe dure et recourbée vers le bas. Sur les autres tiges, ces poils rigides ne sont représentés que par des cellules épidermiques surmontées par une petite pointe durcie et droite, imperceptible au toucher. Sur les branches mixtes on observe toutes les transitions entre les cellules pointues et les poils aigus ; on voit donc que, d'une part, la fixation des branches volubiles est facilitée par les poils recourbés, et que, d'autre part, l'absence de ces poils ne peut qu'être utile aux rameaux feuillés.

Dans une espèce de *Buttneria* innommée et dans le *Buttneria angulata*, on observe des branches qui ne portent des feuilles que fort tard, volubiles par excellence, et qui présentent des aspérités, tandis que d'autres branches feuillées, ne s'enroulant jamais, ont leur surface lisse ; entre les deux extrêmes, il y a toutes les transitions, et, plus une branche est volubile, plus son aspérité est prononcée.

Dans le *Delimopsis hirsuta*, le dimorphisme est des plus remarquables. Certaines branches sont dépourvues de feuilles et sont garnies de poils unicellulaires à pointe tournée vers la base de la branche. D'autres branches au contraire, feuillées, non volubiles, sont dépourvues de ces

poils rigides, mais souvent l'extrémité de ces branches devient volubile et alors présente les aspérités qui caractérisent les rameaux volubiles. On peut donc voir d'où proviennent les poils rigides. Sur les entre-nœuds feuillés, on observe des groupes de cellules épaissies qui se terminent en proéminences ou en poils nullement susceptibles de s'accrocher. Plus haut, on voit assez souvent des groupes d'éléments épaissis dont une cellule a pris le dessus sur les autres. Enfin, dans les entre-nœuds franchement volubiles, on observe de larges cellules épidermiques, solitaires, s'allongeant en pointes solides et crochues ; par contre, les couronnes de poils effilés ont disparu. On voit donc par là que les poils rigides ont tiré leur origine des groupes de poils minces, et qu'une légère modification anatomique a déterminé une adaptation bien remarquable.

Chez le *Tetracera fagifolia*, même différenciation, mais l'origine des poils crochus des branches volubiles est différente : ils ne proviendraient pas de couronnes de poils, mais de cellules épidermiques épaissies et très peu pointues. Dans les *Tetracera rigida* et *T. lævigata*, la différenciation est moindre, en ce sens que les branches feuillées présentent aussi des aspérités. Chez une espèce de *Tetracera* de Djocjokarta, le dimorphisme est encore moindre. Les branches volubiles sont feuillées et toute la plante, rameaux feuillés et feuilles même, est pourvue de nombreux poils crochus. Toute différenciation, quant à l'aspérité, fait défaut, mais aussi la différence entre branches volubiles et rameaux feuillés est bien plus faible.

Le *Delima sarmentosa* ne présente plus de dimorphisme du tout. Ce serait un des ancêtres d'où seraient sorties toutes les Dillemacées précédentes et dont le *Tetracera* de Djocjokarta serait un des premiers termes de transition.

Épines et aiguillons sur les vrilles. — Dans une Papilionacée, il se produit à l'aisselle de la plupart des feuilles des rameaux-vrilles qui portent à chaque nœud une paire de stipules transformées en épines. Certaines de ces vrilles s'enroulent à la manière ordinaire, tandis que d'autres servent à fixer la plante contre un support épais, grâce aux épines qui accrochent les vrilles à ce support.

M. Treub a en outre observé sept espèces d'*Acacia* chez lesquelles on trouve des branches qui se différencient plus ou moins en vrilles et dont tous les rameaux, feuillés ou non, sont armés. Dans l'*Acacia cœsia* et une autre espèce, il y a des rameaux non feuillés, faisant office de vrilles, qui sont en état de s'appliquer contre un support épais, grâce à leurs aiguillons.

Épines et aiguillons sur des tiges volubiles. — Chez plusieurs plantes

volubiles ou munies de vrilles, on observe des épines et des aiguillons facilitant la fixation à un support (*Dioscorea*, *Smilax*, *Asparagopsis*, *Carina*, etc.). Une seule plante présente un commencement de dimorphisme dans les branches, par rapport aux épines : c'est le *Capparis Roxburghii*.

Mode de grimper des palmiers Rotangs. — Ce qui suit se rapporte aux espèces grimpantes des genres *Calamus*, *Dœmonorops*, *Korthalsia*, *Plectocomia* et *Ceratobolus*, portant le nom indigène de « Rotangs ». Ces palmiers grimpants se servent de leurs feuilles ou de leurs spadices « cirrhiformes », armés en dessous de forts aiguillons crochus, disposés cinq ou six ensemble. Ce sont ces appendices qui s'accrochent aux branches voisines ou à des objets quelconques, en décrivant de grandes courbes, mouvement occasionné par l'écartement des jeunes feuilles. Dans la fixation des spadices transformés, le vent joue le plus grand rôle, parce que l'appareil fixateur est très flexible. Lorsqu'un rotang est arrivé au sommet d'un arbre, son extrémité retombe et il se fixe sur un autre support ; mais, si l'arbre est isolé, il peut arriver que le rotang grandisse sans dépasser le sommet de l'arbre. Les feuilles de la base se desséchant, il arrive que le nombre de points d'appui du rotang diminue, et, dès lors, sa tige descend jusqu'à ce que son poids soit équilibré par la tension des prolongements flagelliformes des feuilles supérieures. Par suite, à mesure que la tige s'allonge, elle se laisse glisser le long du support et s'enroule à la base en plusieurs tours comme un épais cordage sur le pont d'un navire.

Manière de grimper des Desmoncus. — Chez les *Desmoncus*, les quatre à six paires supérieures de pennules sont devenues dures et fortes, constituant ainsi une suite de harpons à l'aide desquels les feuilles s'accrochent Ces pennules transformées, d'abord dressées, s'écartent bientôt du rachis et se meuvent jusqu'à se trouver finalement dans une position inverse.

Aide de Lenticelles. — Les lenticelles n'ont pas une grande importance en ce qui concerne leur action d'aider à l'enroulement. Pourtant le *Vitis pubifera* var. *papillosa* et le *Tinospora crispa* profitent certainement pour leur fixation de leurs lenticelles, qui ont des dimensions inusitées. Dans la première de ces plantes, les rameaux portent des lenticelles au moyen desquels ils s'engrènent les uns dans les autres. De même, les vrilles et les racines aériennes fixées au sol se servent de lenticelles comme point d'appui. Dans la deuxième espèce citée, les lenticelles contribuent surtout à fixer solidement contre le support les tiges enroulées.

Dans d'autres plantes volubiles, des bandes de liège peuvent contribuer à rendre la fixation définitive plus solide.

Racines adhésives de quelques Mélastomacées et de la Vanille. — Peu de racines adventives, en s'enroulant autour de supports, fonctionnent comme vrilles. Certaines Mélastomacées sont un peu grimpantes par suite d'apparition, sur les rameaux, de racines adventives qui fonctionnent, soit comme de véritables racines adhésives (*Medinilla radicans*) soit comme des vrilles (*Dissochaeta spec.*). Pour ce qui est du *Vanilla aromatica*, les racines sont en état de s'enrouler comme des vrilles autour des supports ; en outre, elles peuvent être aussi adhésives. Si ces racines sont ainsi en état de s'enrouler, cela est dû probablement, moins à un phénomène d'irritabilité qu'à la propriété qu'ont les racines en général de se courber à la suite d'une pression unilatérale d'une certaine durée.

Racines adventives des Derris. — Les jeunes rameaux du *Derris bantanensis* sont glabres ; plus âgés, ils présentent de nombreuses proéminences terminées en pointes épineuses. Ces proéminences servent seulement à déterminer une remarquable fixité des rameaux qui se sont prêté un appui mutuel. M. Treub les considère comme des racines adventives modifiées, qui prendraient naissance dans le cambium, là où aboutit un rayon médullaire. Elles ne tardent pas à s'allonger, et il se différencie un cylindre central composé uniquement de bois ; plus tard, il y a épaississement par l'apparition, autour du cylindre central, d'une assise qui n'engendre jamais d'éléments libériens. En outre, ces productions restent toujours couvertes par l'écorce du rameau, qui s'accroît à mesure.

Aide de pétioles dans les Combretacées et les Jasminum. — Dans plusieurs espèces des genres *Combretum* et *Poinea*, les pétioles sont articulés ; la partie du pétiole comprise entre l'articulation et l'insertion devient forte et rigide ; l'autre partie du pétiole et le limbe sont caduques. Chez les rameaux non volubiles, l'articulation est très près de la base du pétiole, de sorte qu'il ne reste qu'un petit bourrelet après la chute de la feuille.

Dans les *Jasminum subtriplinerve* et un *Jasminum* de Port-Darwin, le pétiole est divisé en deux parties par une articulation, dont l'une, basilaire, est dure et persistante, et l'autre, portant le limbe, moins rigide. Il n'y a pas ici de dimorphisme quant aux pétioles entre les axes d'ordre différent.

J. H.

Sur la division du noyau cellulaire chez les Végétaux; par M. Guignard (Compt. rend., 10 sept. 1883).

La communication de l'auteur est un résumé trop succinct des recherches qu'il poursuit depuis plusieurs années sur la division du noyau.

En attendant que nous puissions, à l'occasion de la publication d'un mémoire aujourd'hui à l'impression, donner plus de détails sur la question, nous nous contenterons de signaler les conclusions formulées par M. Guignard.

Les observations ont porté principalement sur les cellules végétales: cellules-mères du pollen, sac embryonnaire, cellules d'endosperme, parenchyme d'ovules et de parois ovariennes, etc.

Le noyau à l'état de repos est formé, à l'intérieur de sa membrane d'enveloppe, d'un hyaloplasme servant de substratum à des granulations, ou microsomes, qui offrent les réactions de la nucléine et sont disposées sous la forme d'un réseau ou d'un filament à replis plus ou moins anastomosés, avec un ou plusieurs nucléoles sur le trajet ou simplement au contact du filament.

On distingue six phases pendant la division:

1° Le filament chromatique, qui existe dans le noyau au repos, ou provenant d'une modification du réseau, commence par se contracter, s'épaissit et écarte ses replis ; il prend une disposition pelotonnée.

2° Il se coupe ensuite en segments dont le nombre varie suivant les plantes considérées, et suivant les organes d'une même plante, mais paraît assez fixe pour un même organe. C'est la phase de segmentation.

3° Les segments isolés prennent tantôt la forme de bâtonnets droits, à disposition rayonnante ; tantôt ils s'incurvent en leur milieu et tournent leur angle vers le centre de la cellule et leurs extrémités vers la périphérie. C'est la phase de la plaque nucléaire de M. Strasburger ou de l'étoile nucléaire de M. Flemming, au début de laquelle apparaissent généralement les fils achromatiques du fuseau nucléaire.

4° Il se fait dans chaque bâtonnet ou segment une division longitudinale analogue à celle que plusieurs zoologistes ont observée chez les Batraciens, qui double le nombre des segments primitifs.

5° Chaque moitié des segments, devant concourir à la formation des deux noyaux-filles, tourne l'une de ses extrémités plus ou moins recourbée, ou l'angle formé par ses deux branches si la courbure se fait au milieu, dans la direction des pôles, qui constituent deux nouveaux centres d'attraction autour desquels les segments dédoublés affectent une disposition rayonnante.

6° Après une contraction aux pôles, les segments se soudent les uns aux autres par leurs extrémités, pour reformer un filament dont les replis s'écarteront et reprendront la disposition pelotonnée du noyau-mère.

NÉCROLOGIE

La mort prématurée du professeur Baudelot faisait craindre que les recherches dont s'occupait le savant zoologiste sur le système nerveux des Poissons ne demeurassent inconnues ; cette appréhension vient d'être dissipée par sa veuve, qui, mue par le pieux désir, non d'établir, mais d'augmenter la réputation de son mari, a tout récemment fait paraître ces recherches, dans un magifique volume orné de planches.

Dès à présent nous avons regardé comme un devoir *personnel* de signaler l'apparition des derniers travaux de notre éminent et regretté Collaborateur, en souvenir des liens qui l'unissaient à un recueil que nous nous applaudissons tour les jours d'avoir fondé.

E. Dubrueil.

Congrès des Sociétés savantes en 1884.

Nous croyons devoir communiquer à nos lecteurs la circulaire suivante de M. le Ministre de l'Instruction publique et les parties du Programme du Congrès qui ont trait aux Sciences Naturelles.

Monsieur le Président,

J'ai l'honneur de vous adresser le programme du Congrès de la Sorbonne en 1884 : il comprend cinq parties distinctes répondant aux cinq sections du Comité des travaux historiques et scientifiques.

Cette haute assemblée, après examen attentif des nombreuses questions proposées par les Sociétés savantes, s'est préoccupée de signaler celles qui dans leur ensemble paraissent répondre aux besoins actuels de la science aussi bien qu'aux tendances indiquées par les Sociétés elles-mêmes.

Beaucoup d'autres questions, présentant peut-être un intérêt moins immédiat, mais dont le Comité a spécialement remarqué l'importance, figureront à l'ordre du jour de vos prochains Congrès : il fallait

faire un choix, le mettre en proportion avec le nombre d'heures restreint de vos séances, s'attacher de préférence à des sujets d'études généraux, insister sur certains points encore obscurs que des recherches simultanées et comparatives pourront sans doute éclairer.

Vous remarquerez, Monsieur le Président, que les sections scientifiques du Comité, sans vouloir peser en rien sur la direction des recherches auxquelles peuvent se livrer leurs collaborateurs, et bien convaincues que c'est surtout par l'initiative individuelle des hommes d'études que les sciences progressent, ont cru cependant devoir cette année signaler à l'attention des Sociétés savantes un certain ordre de travaux à entreprendre, toute une série d'enquêtes qui, faites sur les divers points de la France et réunies ensuite en un seul faisceau, permettront le contrôle certain de faits jusqu'ici ignorés dans leurs causes et leurs résultats.

Je joins à cet envoi un questionnaire détaillé, rédigé par le Bureau central météorologique et relatif aux phénomènes périodiques de la végétation, aux époques d'arrivée et de départ des oiseaux de passage, à la date de l'apparition des principales espèces d'insectes qui nuisent à l'agriculture et à d'autres faits du même ordre. Je vous prie d'appeler à ce sujet l'attention de tous les travailleurs de votre Société : des observations faites simultanément sur toute l'étendue de notre territoire, signalées ensuite dans les séances de la Sorbonne par les comptes rendus de MM. les Délégués, apporteront sans nul doute à la science, des données, des renseignements qui feront le plus grand honneur à la France.

Je vous serais obligé, Monsieur le Président, de donner à cette circulaire et au programme qui l'accompagne toute la publicité désirable, et d'en ordonner l'insertion au procès-verbal de votre prochaine réunion.

Recevez, Monsieur le Président, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le Président du Conseil,
Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts,
Signé : Jules Ferry.

V. — Section des sciences naturelles et des sciences géographiques.

1. Étude du mode de distribution topographique de chacune des espèces animales qui habitent une partie de notre littoral. Marquer sur une carte à grande échelle (par exemple sur les feuilles séparées du pilote français) les points où chacune de ces espèces a été trouvée et

indiquer par des signes de convention si elle y est très commune, assez commune ou rare.

2. Étude détaillée de la France fluviale dans des régions bien déterminées. Marquer sur une carte les localités fréquentées par chaque espèce de poisson, de crustacé et de mollusque ; indiquer si elle est sédentaire ou voyageuse, et, dans ce dernier cas, les époques d'arrivée et de départ. Noter aussi l'époque de la ponte.

3. Répondre aux demandes du questionnaire du bureau central météorologique, relatif aux phénomènes périodiques de la végétation, aux époques d'arrivée et de départ des oiseaux de passage, à la date de l'apparition des principales espèces d'insectes qui nuisent à l'agriculture, et à d'autres faits du même ordre.

4. Étudier les relations qui peuvent exister entre les variétés de diverses espèces zoologiques ou botaniques et les conditions dans lesquelles les représentants de ces espèces vivent (altitude, sécheresse ou humidité, etc., etc.).

5. Étudier au point de vue de l'anthropologie les différentes populations qui, depuis les temps les plus reculés, ont occupé en totalité ou en partie une région déterminée de la France.

6. Étudier les changements qui, depuis les temps historiques, ont été effectués dans la configuration du sol d'une localité par l'action de la mer, par la formation d'alluvions, par l'action des vents ou par toute autre cause naturelle.

7. Indication sommaire des anciennes cartes possédées par les différentes Sociétés de Géographie, par des établissements publics ou par des particuliers.

Instructions pour l'observation des phénomènes périodiques des animaux et des végétaux.

Le développement de la végétation et les phases diverses de la vie des animaux sont en relation directe avec les phénomènes météorologiques et peuvent fournir des renseignements très précieux pour la connaissance du climat. D'autre part, la comparaison des faits météorologiques avec les phénomènes naturels observés sur les plantes et les animaux, dans une grande étendue de pays, pourra contribuer aux progrès de l'histoire des êtres vivants.

Afin de généraliser ces observations, le Bureau central météorologique a fait disposer des cadres où les observateurs n'auront qu'à inscrire la date des phénomènes dont la nature est indiquée. Les listes et les instructions elles-mêmes ne doivent pas être considérées

comme définitives ; elles pourront servir au moins pour les premières années, et l'expérience indiquera les modifications qu'il sera utile d'y apporter dans la suite.

Chacune des listes se termine d'ailleurs par quelques lignes laissées en blanc ; les observateurs pourront y inscrire leurs observations sur des plantes ou des animaux non inscrits déjà et qui présenteraient un intérêt local.

Ces cadres seront adressés à la fin de chaque année au Bureau central, soit directement sous le couvert de M. le Ministre de l'Instruction publique, soit par l'intermédiaire des Commissions météorologiques départementales. Les Commissions qui voudront, pour des études locales, conserver les observations faites dans la région, demanderont à leurs correspondants d'en dresser copie en double expédition.

OBSERVATIONS SUR LES ANIMAUX.

Les observations sur le règne animal comprendront l'époque d'arrivée, de départ ou de passage des oiseaux migrateurs, celle où les oiseaux sédentaires construisent leurs nids ou font entendre leurs premiers chants, le moment où les animaux hibernants (chauves-souris, loirs, etc.) sortent de leur sommeil ou s'endorment, l'éclosion des insectes, l'apparition de quelques mollusques (limaçons et limaces), etc.

La liste proposée ne comprend qu'un petit nombre d'insectes, ceux qui sont bien connus et sur lesquels on ne peut commettre d'erreur de détermination.

Mais si l'on observait quelque phénomène extraordinaire, comme l'apparition subite d'un grand nombre d'insectes peu connus auparavant dans la localité, il serait utile d'en recueillir quelques échantillons pour en faire déterminer exactement l'espèce ; on les adresserait au besoin au Bureau central météorologique.

OBSERVATIONS SUR LES VÉGÉTAUX.

I. — *Plantes vivaces, arbres et arbustes.*

Pour obtenir des résultats réguliers dans les observations sur les végétaux, il faut se limiter aux espèces communes faciles à distinguer et dans lesquelles les phénomènes présentent un caractère tranché.

Conformément aux instructions données dans les autres pays, on laissera de côté les plantes annuelles ou bisannuelles, parce que l'époque de leur floraison dépend en partie de l'époque du semis, même

lorsqu'il s'agit de plantes spontanées dont le semis s'est opéré naturellement.

Nous rejetterons également les plantes qui fleurissent presque toute l'année.

Pour les plantes cultivées dont on a obtenu de très nombreuses variétés, on sait que certaines de ces variétés sont beaucoup plus précoces que d'autres. Il faudrait donc pouvoir indiquer exactement sur quelle variété l'observation a été faite, ce qui serait souvent difficile, et l'on a dû pour cette raison éliminer un certain nombre de plantes très répandues.

L'observation portera donc essentiellement sur des plantes vivaces et sur des plantes ligneuses, arbres et arbustes, en ayant soin de prendre les précautions suivantes :

1° Ne pas observer, pour chaque espèce, tantôt un pied, tantôt un autre, mais choisir comme sujets d'observation des individus qui soient dans des conditions moyennes, ni trop précoces ni trop tardifs, et continuer à suivre les mêmes d'année en année.

2° Avoir soin que ces individus soient isolés et reçoivent facilement de tous côtés les influences atmosphériques; qu'ils ne soient, par exemple, ni trop exposés au Nord ni rapprochés d'une muraille tournée au Midi; qu'ils ne fassent pas partie d'un bois ; qu'ils ne soient pas abrités par des arbres. Pour les espèces forestières, on devra noter si l'observation a porté sur la forêt ou sur des sujets isolés dans les champs.

3° Si les individus choisis ont subi une transplantation, il faut qu'elle ait eu lieu depuis une année au moins. Les végétaux plantés présentent, en effet, pendant qu'ils forment de nouvelles racines, une grande incertitude dans les époques de feuillaison et de floraison ; ils donneraient donc des renseignements inexacts.

Les phénomènes à noter sont les suivants :

1° *Bourgeonnement.* — Le premier réveil de la végétation se manifeste par la transformation et le développement des bourgeons. Ce phénomène est nettement indiqué dans certaines espèces, comme le lilas, mais souvent difficile à préciser. Nous ne lui avons pas réservé de colonne spéciale ; on pourra le signaler dans la colonne des *Remarques.*

2° *Feuillaison.* — On inscrira la date de la feuillaison, non pas à l'apparition de la première feuille, mais lorsque les feuilles seront

assez développées pour que, vu d'une petite distance, l'arbre ou l'arbrisseau paraisse vert.

Pour les plantes aquatiques à feuilles nageantes, on notera l'époque où les feuilles s'étalent à la surface de l'eau.

3° *Floraison.* — On considérera la floraison comme bien déterminée lorqu'un certain nombre de fleurs (dix à vingt, par exemple) se seront épanouies. Pour les plantes qui ne produisent qu'une fleur ou un petit nombre de fleurs, on notera l'épanouissement de la fleur unique ou de quelques fleurs.

4° *Maturité.* — Pour les fruits secs et déhiscents, la maturité est définie par l'époque de la déhiscence ; pour les fruits charnus, par l'époque de la chute ou de la dessiccation. On ne se contentera pas d'un seul fruit mûr, ce qui peut être un effet accidentel ; on attendra qu'il y en ait quelques-uns (dix à vingt, par exemple).

5° *Défeuillaison.* — On notera l'époque à laquelle la moitié environ des feuilles de l'arbre est tombée ou s'est desséchée sans tomber.

Les dates de feuillaison et de défeuillaison ne sont demandées que pour les arbres et arbustes à feuilles caduques.

Il est essentiel d'inscrire dans la colonne *Remarques* si les observations ont été faites sur des plantes spontanées ou cultivées, et, dans ce dernier cas, si la culture a lieu à la campagne ou dans le jardin d'une ville. On doit éviter, autant que possible, d'observer des végétaux placés à des expositions particulières, comme sur le penchant d'un coteau, au fond d'une vallée étroite, dans un petit jardin entouré de murailles élevées, etc.

Cependant, si l'on ne pouvait trouver d'autres points d'observation, on l'indiquerait dans la colonne *Remarques*.

Enfin, on notera autant que possible le jour exact de chacun des phénomènes observés ; quelquefois le phénomène n'est pas net, et, si l'on peut hésiter entre plusieurs jours, on indique alors les jours extrêmes, par exemple : *Syringa vulgaris* (lilas commun) : feuillaison du 10 au 13 mars.

Les feuilles d'observation étant les mêmes pour toute la France, on a dû y faire figurer des plantes de nos divers climats. Il ne faudra donc pas s'étonner que les listes comprennent des espèces inconnues dans telle au telle localité ; on laissera en blanc les lignes correspondantes.

II. — *Phénomènes périodiques de l'Agriculture.*

Il est quelquefois difficile d'apprécier l'époque à laquelle se manifestent les phénomènes périodiques de l'Agriculture, mais on doit signaler surtout la moyenne des faits observés sur l'ensemble des plantes de l'espèce que l'on considère. Il est clair que si, dans un champ de blé, chaque pied porte des épis mûrs, le champ tout entier pourra être considéré comme arrivé à la période de maturité ; mais les choses, dans la nature, ne se passent pas avec cette régularité. Parmi les plantes d'une même espèce soumises à des conditions identiques en apparence, les unes seront en avance, les autres en retard, pour l'apparition d'une phase déterminée.

En général, on évitera de se laisser influencer par la vue d'un fait exceptionnel. On notera, par exemple, la feuillaison de la vigne, non lorsqu'on aura vu un seul pied feuillé, mais lorsque le clos, vu d'une petite distance, présentera une teinte verte ; on inscrira de même la floraison lorsqu'un certain nombre de pieds seront en fleur dans chaque clos. La même règle sera suivie encore pour l'apparition des épis ou l'épiage, pour la floraison des céréales, en un mot pour tous les phénomènes dans lesquels la main de l'homme n'intervient pas directement.

La date des phénomènes agricoles qui sont directement l'effet du travail de l'homme sera déterminée par des considérations analogues. Ainsi, l'époque des moissons dans un pays est celle à laquelle cette opération a commencé dans quelques champs ; la date des vendanges, celle à laquelle la récolte des grappes a commencé dans quelques vignes, etc. Dans certaines communes où l'usage du *ban des vendanges* est encore en vigueur, il suffira de noter la date indiquée par cette annonce officielle.

Dans les observations relatives aux différentes cultures, on rencontre aussi, et même à un degré plus marqué, la cause d'erreur que nous avons déjà signalée lorsqu'il s'est agi des observations à faire sur des plantes isolées, mais qu'il sera plus difficile d'éviter dans le cas actuel. Les espèces depuis longtemps soumises à l'influence de l'homme ont donné naissance à un grand nombre de variétés, dont chacune a pris, pour ainsi dire, des habitudes physiologiques, des mœurs différentes. Il peut y avoir, soit pour la floraison, soit pour la maturité, un écart de quinze jours et même davantage entre deux variétés appartenant à une même espèce. On doit observer seulement des variétés très répandues dans le pays, bien connues, en noter soi-

gneusement le nom local, et, au besoin, conserver des échantillons qui permettent une détermination ultérieure.

Enfin, on évitera de choisir, comme termes de comparaison, des champs exceptionnels où le mode de culture, les engrais, etc., auraient produit dans les époques de végétation des modifications importantes, et l'on s'attachera de préférence aux champs qui sont placés dans les conditions moyennes de la région.

Le Directeur du Bureau central météorologique,

E. Mascart.

L'Éditeur-Gérant : Charles BOEHM.

Montpellier. — Typogr. Boehm et Fils.

MÉMOIRES ORIGINAUX.

ESSAI SUR LE VOL DES INSECTES

Par le Dr AMANS.

J'ai déjà[1] commencé l'étude de l'anatomie du vol chez les Pseudo-Névroptères ; je me propose, dans ce Mémoire, de détailler la cage thoracique des Orthoptères et d'en faire ressortir, soit les points de comparaison avec les Libellules, soit les faits nouveaux pouvant servir à la physiologie du vol.

J'ai disséqué une grande Locustide de Saïgon (une Meconema probablement), des Criquets, des Locustes. La description que je donne actuellement convient également à toutes ces espèces.

SQUELETTE.

La *fig.* 1 montre l'animal au repos. Les ailes antérieures sont très larges et beaucoup plus longues que le reste du corps. Ouvrons les ailes, et examinons leurs diverses projections. On a ainsi une idée générale de la surface alaire : on voit bien nettement qu'elle n'est pas plane ; la base est formée de deux plans inclinés à angle dièdre obtus. Cet angle est bien marqué à la base, mais il s'arrondit, et devient nul à mesure qu'on s'avance vers l'extrémité de l'aile. Au repos, le plan antérieur est appliqué contre les flancs et le plan postérieur contre le tergun ; les bords basilaires sont légèrement repliés en dessous, ceux du dernier soutiennent une membrane molle, comme chez l'Æschna ; comme direction, le bord antérieur est en regard du grand sillon mésothoracique ; le bord postérieur est oblique de dehors en dedans,

[1] Voir n° de Juin 1883.

d'avant en arrière. Le plan de raccordement a la forme d'un segment elliptique ; du côté courbe, il forme l'extrémité arrondie, lancéolée, de l'aile ; de l'autre côté, il s'enfonce comme un coin entre les deux plans de la base entre la nervure médiane et la nervure sous-médiane.

Remarquons encore un détail sur le plan postérieur : il est très épais, et renforcé en outre par une forte commissure formant une crête en bas, un sillon correspondant au-dessus. Cette commissure se dirige de la nervure postérieure perpendiculairement sur la nervure sous-médiane. Une autre commissure parallèle, mais plus faible, limite en arrière le coin compris entre la nervure médiane et sous-médiane. Toutes ces fortifications ont leur utilité ; c'est évidemment dans la partie postérieure du gouffre axillaire que l'air vient buter avec le plus d'énergie, et détermine l'ascension du thorax. Si, pour une cause quelconque, la résistance de ce plan est détruite, l'ascension est supprimée. A ce propos, une petite expérience.

Soit un Acridium vivant (nous n'avons pas eu de Meconema vivants ; mais les résultats seraient les mêmes parce que l'anatomie est pareille). L'Acridium fait un bond à l'aide de ses pattes postérieures ; arrivé au point culminant de sa courbe, il a les ailes étendues, et s'en sert, soit pour voler un moment, soit pour retomber sur le sol en parachute ; dans ce dernier cas, l'équation de la parabole est changée, mais la branche de chute est toujours de sens opposé à la branche d'ascension. Détruisons maintenant par une insignifiante excision la concavité, la résistance du plan postérieur dans les quatre ailes, et examinons la nouvelle allure de l'Acridium. Il déplisse quelquefois ses ailes et les fait vibrer rapidement. Le voilà qui s'arc-boute sur ses jarrets, et bondit ; il a les ailes ouvertes, et va retomber... le plus souvent vers le point initial du saut, de sorte que la branche descendante est de même sens que la branche ascendante. Tout se passe comme si vous lanciez obliquement dans l'espace un carré de papier un peu fort ; arrivé au haut de sa course, il redescend presque par le même chemin. Voilà des faits dignes d'être rete-

nus, si on veut construire des ailes artificielles. A ce point de vue, les ailes de Marey et de Petitgrew nous paraissent s'éloigner prodigieusement de la nature, du moins chez les Libellules et les Orthoptères. Nous serions du reste fort étonné de ne pas trouver la constance et la généralité de ces faits chez tous les animaux qui volent.

La charpente de l'aile est formée par six nervures, comme chez l'Æschna : *pro-antérieure*, *antérieure*, *sous-antérieure*, *médiane*, *sous-médiane* et *postérieure*. Les plus apparentes dans l'élytre sont la médiane et la sous-médiane ; les autres ne sont bien marquées qu'à la base. Par contre, l'aile postérieure porte un grand nombre de nervures secondaires (voir *fig.* 1 et 2).

La nervure médiane ne s'articule pas directement avec la cage ; elle a la facilité de tourner sur une *lame quadrilatère*, homologue de la tubérosité cubitale chez l'Æschna. C'est là une différence considérable avec l'Æschna ; c'est l'explication anatomique de ce fait, que les ailes des Orthoptères se plissent, et non celles des Libellules. Dans le déplissement, la nervure médiane entraîne avec elle le plan antérieur et le plan postérieur, dont elle est l'intersection ; les nervures antérieures et postérieures tournent de leur côté autour de la lame quadrilatère. A cela près, les nervures ont entre elles les mêmes positions respectives chez les deux ordres d'insectes: les nervures pro-antérieures, sous-antérieures, sous-médianes, sont inférieures, spécialement pariétales, tandis que les nervures antérieures, médianes et postérieures sont supérieures, spécialement tergales ; en d'autres termes, les unes attachent la base de l'aile aux flancs, les autres au dorsum.

Si on regarde dans le creux de l'aisselle, on voit la nervure sous-médiane se terminer par une sorte de ligne brisée et flexible; à cette saillie de la face inférieure correspond, sur la face supérieure, une cavité limitée en arrière par la terminaison de la nervure postérieure. Il en résulte la formation d'une surface mobile sur la tubérosité cubitale : c'est l'*osselet postérieur*.

Les *fig.* (A et B, 2 *bis*) montrent les divers mouvements pos-

sibles autour de la lame quadrilatère. Le plan de l'osselet postérieur, le plan *rmp*, tourne suivant la ligne *mr*, et s'abaisse. Le plan *rpq* le suit, sans broncher dans ses rapports avec lui, car la ligne *rp* est rigide ; la ligne *mp* est au contraire à charnière, de sorte que le plan *mpq*, poussé par derrière par les plans *rmp* et *rpq*, vient buter en avant contre les parois de la conque, par l'intermédiaire du plan *acb*. Il se relève alors forcément sur le plan de l'osselet postérieur, et leur angle tend vers zéro. Le plan du tampon s'éloigne de la lame quadrilatère, pendant que le plan *amb* s'en rapproche, c'est-à-dire dans le déplissement, et inversement. Au moment du déplissement total, notre dièdre fondamental est constitué : 1° par un plan antérieur formé des plans *amb*, *bmd* ; 2° par un plan postérieur formé des plans *rmp*, *mpq*, *rpq*.

L'étendue relative de chacun de ces plans est très différente dans les deux ailes, comme nous le verrons plus loin.

Ces déplacements des nervures constituent la première période du vol ; c'est la période du déplissement, une sorte de période de mise au point. Quelle est la direction de l'arête du dièdre dans ce déplacement ? La *fig.* 4 nous en donne une idée approximative. Soit *xy* une ligne de terre passant par le diamètre longitudinal du tergum ; le plan horizontal est choisi passant par ce diamètre, et la tête *o* de la nervure médiane. *om* est la portion initiale de la nervure médiane ; portion sensiblement parallèle au bord antérieur de l'aile, elle est vue en perspective dans la période de l'aile au repos ; *om* est vu dans la période de déplissement ; (*om*, *om'*) et (*om*, *om'*) sont les projections dans les deux cas. Cette figure démontre que la nervure médiane se porte de bas en haut, d'arrière en avant, et de dehors en dedans ; la différence des angles en projection prouve que la nervure gagne plus de terrain d'arrière en avant que de bas en haut. Le déplissement accompli, l'angle des plans antérieurs et postérieurs est légèrement diminué ; mais la membrane molle qui suit la nervure postérieure se tend comme une voile. Alors la lame quadrilatère s'abaisse à son tour, et détermine les battements.

En résumé, lorsque l'animal prend son vol, son aile antérieure est portée en avant et en haut, plus vite en avant qu'en haut ; à mesure qu'elle monte, la base de la nervure sous-médiane se détend, l'angle des plans antérieurs et postérieurs diminue ; la voile se tend. A ce moment, l'animal vu de face présente, ailes et collier compris, l'aspect d'une proue renversée. L'air s'engouffre sous les deux ailes, et sous le coup descendant vient buter contre le plan postérieur ; ce double courant projette l'animal en haut, pendant que la colonne d'air de l'extrémité de l'aile oppose le maximum de résistance et projette l'animal en avant. L'animal avance et monte.

Aile postérieure. — Nous allons retrouver tous les éléments de l'aile antérieure, mais avec une particularité notable : le plan antérieur est insignifiant, c'est le plan postérieur qui domine et forme la presque totalité de l'aile.

Les nervures pro-antérieure et sous-antérieure appartiennent comme toujours à la face anférieure et s'insèrent, par l'intermédiaire de membranes molles, sur la tête du premier flanc métathoracique. La nervure antérieure pivote autour de l'angle antérieur du tergum en avant de la lame quadrilatère ; elle se prolonge, ainsi que la sous-antérieure, jusqu'à l'extrémité libre de l'aile ; la nervure pro-antérieure, au lieu de descendre dans le grand sillon, comme son homologue du mésothorax, fuit immédiatement en arrière, d'abord parallèlement à la nervure antérieure ; un centimètre plus loin, elle se termine. En somme, le premier plan se réduit à une longue et étroite marche d'escalier ; arrivé sur la marche suivante, nous sommes sur la nervure médiane, et par suite sur les terrains du plan de raccordement et du plan postérieur.

Une nervure secondaire limite en arrière les dépendances de la nervure médiane, de telle façon que la partie d'aile ainsi limitée a une forme lancéolée et semble constituer une aile indépendante.

Nous retrouvons dans la nervure sous-médiane la terminaison en zigzag sur les parois de la cavité au tampon ; elle forme une

ligne de plissement. On sait en effet que l'aile postérieure est plissée en éventail, soit schématiquement, voir *fig.* 11 (*a* représente la nervure secondaire dont nous avons parlé plus haut, *b* la nervure sous-médiane, *c* la nervure postérieure).

La partie d'éventail qui fait suite à *c*, partie considérable formant les neuf dixièmes du plan postérieur, plus de la moitié de l'aile entière. Cette partie n'existe presque pas dans l'aile antérieure; elle n'y est représentée que par la bordure molle qui fait suite aux bords repliés de la terminaison de la nervure postérieure derrière la cavité au tampon. Cette partie d'éventail est soutenue par une dizaine de nervures, de plus en plus courtes à mesure qu'on va d'avant en arrière: la première, c'est-à-dire la nervure postérieure proprement dite, a 7 centim.; la dernière 1 centim.

Cette gradation se continue en avant ; la sous-médiane mesure 8 centim. et la portion lancéolée près de 10 centim.

Par suite du grand nombre de nervures secondaires postérieures, leur base est plus large, plus forte qu'au mésothorax. La surface située en arrière de la lame quadrilatère, c'est-à-dire l'osselet postérieur, est aussi plus considérable ; le tampon est plus gros.

Lorsque le tampon s'éloigne du côté postéro-intérieur du quadrilatère, la base de la nervure antérieure se rapproche du côté antéro-extérieur, *sic* dans le déploiement, et inversement dans le repliement. L'osselet postérieur s'insère en outre par la base commune renflée des nervures postérieures entre les deux branches de la corne postérieure. Sous l'aisselle, il joue dans un golfe à membrane molle ; il est, dans les mouvements d'abaissement, solidaire du quadrilatère.

Le quadrilatère tourne sur le côté postérieur du coude tergal, c'est-à-dire sur une charnière oblique de bas en haut, de dedans en dehors, d'arrière en avant ; du côté de l'aisselle, il pivote sur la tête (BB′, *fig.* 3) du grand sillon métathoracique, sur la face postérieure de cette tête ; la nervure sous-antérieure chevauche sur la face antérieure ; la pro-antérieure en est solidaire et a un golfe d'évolution à membrane molle.

Pénétrons dans la cage, dans la base de l'aile postérieure (Voir *fig.* 5). Nous voyons la grande crête pédieuse S*m* s'enfoncer sous le rebord du dôme, où elle va constituer la tête de pivotement, en se courbant en arrière ; avant de se courber, elle donne une apophyse élargie à son extrémité, courbée en avant et en dedans (AA′, *fig.* 5). Cette apophyse constitue avec l'extrémité de la crête située entre les deux segments alaires une surface résistante et élastique ; cette surface est l'analogue de la plate-forme de l'Æschna et du *premier pivot.* La flexibilité de cette surface est limitée en bas par une commissure longitudinale située entre les deux crêtes. Au-dessus de cette surface est le golfe d'évolution à membrane molle, où vient jouer la terminaison de la nervure pro-antérieure. La tête de pivotement présente un renflement externe et antérieur, analogue du *deuxième pivot*, plus spécialement pour la nervure sous-antérieure; le reste de la tête, analogue du *troisième pivot*, s'articule avec le milieu de la lame quadrilatère. Celle-ci fait corps dans les mouvements d'abaissement avec l'osselet postérieur, mouvements déterminés par l'intermédiaire d'une forte cupule (M M′, *fig.* 5).

Nous pouvons maintenant analyser un peu plus à fond les mouvements de l'aile.

1° *Période de déplissement.* — Le plan antérieur pivote sur la face antérieure du grand pivot (par la terminaison de la nervure sous-antérieure), s'avance et monte pendant que la lame quadrilatère, légèrement culbutée du dehors en dedans, fait abaisser le coude tergal [1]. L'osselet postérieur tourne sur la lame quadrilatère, de sorte que le plan postérieur se déploie. Ce mouvement de déplissement élève le premier pivot AA′, *fig.* 5) et la grande cupule, en les tirant en dehors.

2° *Période d'abaissement.* — Le quadrilatère s'abaisse, ainsi

---

[1] Il en résulte que la position du plissement du repos est une phase d'abaissement. Il en est ainsi chez l'Æschna ; c'est une erreur de mon premier Mémoire d'avoir figuré les ailes relevées comme une position de repos.

que le premier pivot et la grande cupule; par contre, le coude tergal s'élève. Nous avons ainsi un levier du troisième genre, s'appliquant au coude tergal; le tergum a assez de jeu en avant; mais en arrière, il peut simplement tourner autour d'un axe passant par la corne postérieure : à ce niveau en effet, celle-ci se réunit aux flancs à l'extrémité résistante d'une crête postérieure (α, *fig.* 5). La résultante du levier aura donc pour résultat, soit, en abaissant l'aile, de porter le milieu du tergum en haut et en arrière, soit, en élevant l'aile, l'inverse : dans le premier cas, il y a contraction, voussure du dôme tergal; dans le second, extension. Par conséquent, s'il y a des muscles qui déterminent soit la voussure, soit l'extension, ils seront, soit abaisseurs, soit élévateurs; d'une manière générale, les muscles, agissant sur le bras de levier externe seront abaisseurs; ceux au contraire qui agissent sur le bras interne seront élévateurs.

L'aile antérieure présente les mêmes détails ; mais au lieu de deux apophyses comme premier pivot, nous en avons une seulement. La cupule est un tiers plus petite, conique et adhérente par une génératrice et non par toute sa surface.

Plancher et parois internes. — Chaque segment alaire est partagé en deux parties par une grande crête allant du milieu du cercle pédieux au niveau du coude tergal : c'est la grande crête de pivotement (*Sm*, *fig.* 5 et 6). Elle se termine en bas par une *bottine* très pointue dont le talon (ω) sert de pivot au cercle fémoral. De chaque côté, sur la face externe du cercle, se trouve un *parapet* (ε) formant de chaque côté du pivot une petite bosse, pour l'insertion des muscles. Ce cercle peut tourner dans tous le sens autour du talon inférieur de la crête.

Le plancher sternal porte sur son milieu une longue apophyse dirigée transversalement (d'avant en arrière dans le segment alaire postérieur, d'arrière en avant dans l'antérieur). Cette *apophyse ectosternale* débute en avant par une expansion triangulaire; elle se termine par une gouttière verticale destinée à loger la bottine et forme ainsi un pont au-dessus du cercle des pattes.

Cette apophyse est creuse et s'ouvre extérieurement sur la face inférieure du plancher. Le plancher a la forme d'un toit à quatre versants, la ligne de faîte étant représentée par l'apophyse et sa symétrique. Entre l'apophyse F et sa symétrique dans le segment alaire antérieur, se trouve une apophyse médiane φ munie de deux paires de tendons musculaires (c'est l'*entosternum*).

Outre les crêtes de pivotement, nous avons: 1o Les crêtes qui limitent en avant chaque flanc alaire et laissent en avant d'elles un peu de jeu pour le segment antérieur pariétal. Deux commissures, l'une au-dessus du sacrum, l'autre au-dessous du premier pivot, les réunissent à la crête de pivotement (*fig.* 3, $\beta\,\gamma$). Elles se continuent en bas avec les bords antérieurs de chaque segment sternal. Les deux segments sternaux ont peu de jeu entre eux ; ils forment un tout presque rigide, sur lequel jouent le prothorax et l'abdomen.

2° Les crêtes qui limitent en arrière chaque flanc alaire; celle du flanc antérieur est une courte commissure (S a), jetée entre la crête de pivotement et les bords postérieurs rigides du flanc. Ces bords s'infléchissent dans le haut, en formant la base du globe d'évolution du plan postérieur ; détail important : ils n'ont aucun rapport avec le tergum. Au contraire, dans le flanc postérieur, la crête qui le limite en arrière se soude en haut au tergum (α), en arrière du niveau d'insertion de la nervure postérieure.

De cette façon, l'ensemble des deux tergum se comporte comme un tergum unique, c'est-à-dire qu'il y a du jeu au milieu, pouvant ainsi allonger ou raccourcir sa flèche.

Tergum. — Le tergum a une surface convexe semblable dans les deux segments. Il y a cependant des différences, corrélatives de celles qui distinguent les deux ailes. Le tergum postérieur plonge sous l'antérieur, en formant un repli qui va latéralement mourir en un point de rebroussement avec le côté antérieur du coude tergal. Ce repli, dans le tergum antérieur, forme au contraire une corne bien saillante, qui sert à brider la termi-

naison de la nervure antérieure. Dans les deux segments, le dôme se termine en arrière par un autre repli aboutissant sur la ligne médiane à une éminence nasiforme et latéralement à une tête articulaire (rr') servant à l'insertion de la nervure postérieure. Cette tête, ou corne postérieure, n'a dans le segment antérieur aucun rapport avec le flanc, si ce n'est par l'intermédiaire d'une membrane molle ; dans le segment postérieur, elle est bifurquée et se soude par la branche postérieure à la crête pariétale et au niveau α dont nous avons parlé plus haut. A ce même point de soudure aboutit un sillon transversal, limitant en arrière une surface fusiforme, convexe (costal de Chabrier), sur laquelle le dôme joue légèrement. Cette surface n'existe pas dans le segment antérieur.

La forme exacte du tergum, la situation respective des têtes articulaires nous amènent à une description assez vague et fastidieuse ; les expressions de : en avant, en arrière, de dedans en dehors, etc., les métaphores les plus justes, ne valent pas une bonne projection dans l'espace [1].

Si on prend comme plan de repère un plan passant par les crêtes longitudinales qui soutiennent les disques, et qu'on projette sur lui les points d'insertion des nervures pro-antérieures et postérieures des deux ailes, avec les points de pivotement de la grande crête, on est frappé de l'extrême ressemblance qu'il y a entre ces côtes et celles de la Libellule. On peut schématiser la ligne d'insertion par une ligne brisée à quatre côtés respectivement presque parallèles deux à deux ; elle va d'avant en arrière, en dehors et en bas. Par suite de la prédominance du plan antérieur dans l'aile antérieure, du plan postérieur dans l'aile postérieure, l'ensemble des deux ailes a le faciès d'une aile simple dont les

---

[1] C'est en me forçant à faire des projections, que j'ai pu pousser l'analyse de la machine aérienne beaucoup plus loin que ne l'avait fait Chabrier, et en tirer des conséquences auxquelles celui-ci n'a jamais songé (ex : constance du dièdre, assimilation d'une aile ordinaire à un système de trois ailes, déplacements du quadrilatère de l'aile antérieure comparés aux déplacements du quadrilatère de l'aile postérieure, etc. etc.).

trois plans constitutifs seraient formés : 1° par le plan antérieur de l'aile antérieure ; 2° par le repli du plan postérieur de l'aile antérieure et par le plan postérieur de l'aile postérieure. La ligne du repli a la même direction que la grande nervure postérieure ; 3° le plan de raccordement partirait de la terminaison de la nervure médiane dans l'aile antérieure. Un autre fait qui milite en faveur de cette assimilation des deux ailes à une aile unique, c'est la direction des deux lignes de bascule des quadrilatères ; l'antérieure va de bas en haut, d'avant en arrière, de dehors en dedans, tandis que la postérieure va d'avant en arrière, de haut en bas et de dedans en dehors. En d'autres termes, ces deux lignes forment un angle à sommet supérieur, interne, type de l'angle plan de notre dièdre théorique.

Une conclusion pratique : *Si, dans une machine aérienne, on introduit plusieurs couples d'ailes, il faut les construire et les insérer de telle façon que le dièdre existe, soit dans chacun d'eux, soit dans leur ensemble.*

Nous ne sommes pas obligés de copier servilement la nature. Les oiseaux n'ont qu'une paire d'ailes, les insectes deux paires en général ; rien ne nous force d'être aussi économes, à condition toutefois de ne pas oublier la règle précédente.

Il nous reste encore à voir la face inférieure du tergum. Nous avons dit que chaque segment tergal plongeait sous le rebord postérieur du segment précédent, en formant un repli. Après le repli, nous sommes dans la cage, où le tergum se termine par une palette formée de deux parties (PP′, *fig.* 5) inclinées l'une sur l'autre : 1° la principale continue en avant le bord latéral du tergum, et forme avec sa symétrique une vaste échancrure vers le milieu ; 2° l'autre partie sert à brider les parties molles qui réunissent le dôme au plan antérieur de l'aile et au segment précédent, palette externe ou corne antérieure (λλ′, *fig.* 2); elle porte dans le premier segment alaire une cupule qui envisage la tête de pivotement.

Le bord latéral du dôme forme une ligne brisée à quatre côtés

(*fig.* 5), et par suite trois sommets : le coude tergal forme le sommet médian ; l'angle postérieur correspond à l'angle postérieur du quadrilatère ; l'angle antérieur de cette ligne brisée précède la partie principale de la palette (P′, *fig.* 5). Dans le métathorax, le côté postérieur de cette ligne brisée finit sur une apophyse spéciale que nous avons déjà citée (α, *fig.* 5).

Nous avons vu que dans le métathorax le flanc était limité en arrière par une crête qui se réunissait au tergum ; à ce niveau, elle s'élargit considérablement et se fond avec le petit dôme fusiforme déjà mentionné (*fig.* 3), avec le costal. Cet élargissement présente deux points importants : 1° une apophyse α' antéro-inférieure externe, correspondant à la branche antérieure de la corne postérieure ; 2° une apophyse postéro-supérieure interne α, justement celle où aboutit la ligne brisée. C'est sur la ligne qui les joint que tourne le tergum, lorsqu'il y est sollicité par l'élévation ou l'abaissement du coude tergal. Cette ligne fixe de rotation n'existe pas dans le métathorax ; par conséquent le méso-tergum suivra le méta-tergum dans ses mouvements. Ce fait est en rapport intime avec l'assimilation déjà exposée de l'ensemble des deux ailes à une aile unique.

MYOLOGIE.

L'étude du squelette a été faite si minutieusement que nous pourrions, presque les yeux fermés, y placer des moteurs.

Les relations du tergum avec la cage, la direction des crêtes, des cupules, nous indiquent déjà que les mouvements sont complexes et n'ont rien de commun avec de simples battements verticaux. Nous pouvons néanmoins, tout en nous réservant de définir plus tard la direction spéciale de chaque moteur, distinguer deux groupes principaux de muscles : 1° des muscles élévateurs (tous ceux qui s'insèrent sur la base interne ou tergale de l'aile) ; 2° des muscles abaisseurs (ceux qui s'insèrent sur la base externe ou pariétale de l'aile); il faut y ajouter ceux qui vont d'une palette à l'autre.

Ouvrons la cage suivant un plan médian longitudinal. A nos yeux apparaît la *fig.* 8, c'est-à-dire une série de muscles longitudinaux A A′ et une série de muscles verticaux obliques.

I. Prenons le premier segment alaire. Le muscle A ou grand dorsal s'insère : 1° en avant sur la palette tergale; 2° en arrière sur la face antérieure de la palette métathoracique. Il y a en outre d'autres faisceaux qui s'insèrent sur la surface qui précède la palette mésothoracique et se rendent, soit sur la palette métathoracique du même côté, soit sur sa symétrique. Il y a donc croisement de fibres. La résultante de leur contraction est de raccourcir le diamètre longitudinal ; le diamètre transversal augmente ; le coude tergal marche en dehors, en haut et en arrière; le plan antérieur de l'aile situé de l'autre côté de la bascule va en sens contraire, c'est-à-dire en dedans, en bas et en avant. Ce que devient le plan postérieur est peu important, car il ne joue pas un grand rôle dans l'aile antérieure ; mais dans le métathorax, sous l'influence du muscle A′, le plan postérieur déplisse graduellement ses dernières nervures sans quitter les flancs, et oppose ainsi à la colonne d'air qui s'avance une surface de plus en plus grande. Dans tous les cas, les muscles A et A′ sont abaisseurs.

Enlevons le muscle A; nous dégageons ainsi les extrémités supérieures du groupe *hgfer*.

Le muscle *g* s'insère en avant du coude tergal, sur le second côté de la ligne brisée tergale et en bas sur le rebord antéro-interne du cercle fémoral, par un fort tendon (*fig.* 6). Il tire le coude tergal en avant, en bas et en dedans : il est donc élévateur (que l'aile soit préalablement pliée, ou abaissée et déployée). Il a comme satellites les muscles *h* et *f*.

Le muscle *f* s'insère en haut sur le côté postérieur du coude tergal, en bas sur la face interne du cercle fémoral, en arrière de l'insertion du muscle *g*. Il aide surtout à abaisser le coude tergal.

Le muscle *h* s'insère dans le haut, en avant et au-dessous de *g*, dans le bas sur la première crête du flanc méso-thoracique. Il

aide surtout à tourner en dehors le bord antérieur du coude tergal, ce qui contribue à faire fuir en arrière le plan antérieur de l'aile.

Le petit muscle *r* est un satellite du grand muscle longitudinal A. Il s'insère en avant au-dessus de *e* sur la courbe du dorsum, en arrière sur la palette. Il est par sa direction antagoniste de *h*.

Le muscle *e* s'insère en haut sur l'angle postérieur de la ligne brisée, en bas par un fort tendon sur l'angle postéro-externe du cercle fémoral, c'est-à-dire en un point diamétralement opposé à celui de l'insertion de *g*. Il abaisse spécialement la région postérieure du coude tergal. C'est donc un élévateur ; une lame chitineuse δ le sépare du tendon de *m*.

II. Enlevons le groupe *hgfer* ; au-dessous, nous en trouvons un autre *ulik* : c'est le groupe pectoro-axillaire.

Le petit muscle *u* va de la cupule (*u*, *fig.* 5) située sur la portion externe de la palette au premier pivot. Toute tentative de déplissement et de relèvement écarte ces deux apophyses; il sert donc à plier, et concourt à l'abaissement. Il est spécialement antagoniste de *q* : c'est un complémentaire du grand dorsal.

Le muscle *i* s'insère en haut au-dessous de la crête du premier pivot, en bas au-dessous de *g* : il est abaisseur.

Le muscle *i* s'insère au-dessous de la branche postérieure du coude, en bas au-dessous de *g* : il est donc complémentaire de *f* et n'appartient pas au groupe pectoro-axillaire.

Le muscle *k* s'insère en haut à la face interne du tampon, dans le bas au parapet postérieur du cercle fémoral : c'est donc un muscle abaisseur.

Les muscles *nom* et *p* sont les plus profonds; le muscle *n* s'insère en haut par plusieurs faisceaux à la base des crêtes antérieures et de pivotement, et dans l'espace qui les sépare, en bas par un fort tendon sur la portion antérieure du rebord extérieur du cercle fémoral : c'est un muscle des pattes.

Le muscle *m* s'insère en haut à la grande cupule qui régit le

golfe d'évolution postérieur, en bas par un large tendon sur la portion postérieure du rebord externe du cercle fémoral.

Le petit muscle *o* va de la tête de la crête pivotante à la terminaison de la nervure sous-médiane. Celle-ci porte deux apophyses, une supérieure (c'est sur elle que s'insère le muscle *o*) et une inférieure, sur laquelle s'insère le muscle *p* ; *p* s'insère en bas sur une commissure intercostale.

En résumé, nous avons : 1° comme muscles élévateurs, les muscles *hgfe*; il y a trois élévateurs antérieurs *hgf*[1], et un postérieur *e* ; 2° comme abaisseurs, les muscles *aruikmop*: les uns sont dorsaux, soit le grand dorsal *a* et son satellite *r*, deux abaisseurs antérieurs *ui* et trois abaisseurs postérieurs *mop*. Avec cette tendance à revenir en arrière, il faut donc des élévateurs en avant plutôt qu'en arrière.

Muscles de l'aile postérieure. — Les muscles *g'f'e'i'm'n'o'* sont homologues des muscles *gfeimno* ; seulement *i'* et *m'* sont beaucoup plus volumineux et ont double faisceau.

Il me resterait à élucider dans le segment postérieur les insertions des petits muscles pectoro-axillaires ; les insectes de Cochinchine me manquent en ce moment. Mais les dissections des criquets m'autorisent à établir l'homologie complète des muscles dans les deux aile.

L'anatomie de l'appareil du vol chez les Criquets a été étudiée par Chabrier (*Mémoires* du Muséum, tom. VIII, 1822), et je ne connais pas de travail ultérieur. Sa description présente des lacunes et même des inexactitudes.

Il n'a pas vu de muscles s'attachant à la voûte du dorsum ; le muscle *r* en est un cependant. Il a omis aussi les fibres dorsales croisées, les muscles *oukp*, les vrais rapports de la corne postérieure avec l'aile. Il a surtout totalement négligé la description de la tête de pivotement, les directions respectives des lignes de bascule dans les deux segments, la distinction en nervures pariétales et ter- gales ; enfin, il n'a rien vu de la loi des dièdres.

---

[1] Je n'y ajoute pas le muscle *l*, qui me paraît être un simple renforcement de *f*.

Après avoir étudié le thorax chez des types aussi tranchés que les Orthoptères et les Pseudo-Névroptères, il est intéressant de voir les points de comparaison.

Chez l'Æschna, les quatre ailes sont membraneuses ; chez la Meconema, les antérieures sont dures, rigides ; les postérieures sont membraneuses, à surface beaucoup plus grande par la forte prédominance du plan antérieur dans le premier couple du plan postérieur ; dans le second, l'ensemble des deux ailes se comporte comme un couple isolé de l'Æschna. Chez celles-ci en effet, quoique le plan antérieur de l'aile antérieure et son plan postérieur soient respectivement plus grands et plus petits que leurs correspondants dans l'aile postérieure, cette différence n'altère en rien la perfection et l'indépendance de chaque couple. L'Æschna peut continuer de voler avec une seule paire d'ailes ; cela est impossible à la sauterelle: celle-ci cabriole en arrière ou en avant, suivant que vous lui enlevez les ailes antérieures ou postérieures. Chez les deux espèces, le vol est supprimé si vous détruisez l'incidence des deux plans. Cette opération consiste à exciser les nervures postérieure et sous-médiane au niveau de leur jonction avec l'osselet postérieur ; si on n'excise que la nervure postérieure, l'insecte conserve, quoique avec difficulté, le vol ascendant.

Le squelette et la myologie chez les deux types sont beaucoup plus comparables qu'ils n'en ont l'air. Nous n'avons pas, chez la Meconema, un premier pivot à articulation immédiate avec la nervure pro-antérieure ; mais la paroi antérieure de la conque joue le même rôle et suit l'impulsion de la nervure pro-antérieure. Du reste, la marche rétrograde du tergum ne laisse rien à désirer ; le grand dorsal est là, et remplace le premier levier de l'Æschna. Remarquons même que chez l'Æschna nous avons des rudiments du grand dorsal.

Chez les deux types, la tête de pivotement est bicéphale ; sur la tête antérieure pivote la nervure sous-antérieure, et sur la tête postérieure la sous-médiane. Pour bien faire comprendre le mode de roulement du tergum sur les flancs, nous allons considérer l'aile sous un nouveau point de vue.

Nous avons démontré, dans ce Mémoire, que l'ensemble des deux ailes antérieures et postérieures des Orthoptères pouvait se ramener à trois plans, deux plans basilaires et un plan de raccordement : c'est là la structure de l'aile simple. Nous pouvons généraliser cette loi. En réalité, ce que nous nommons plan antérieur n'est pas un plan mathématique, certaines nervures (pro-antérieure, sous-antérieure, sous-médiane) étant externes, et les autres internes (antérieure, médiane, postérieure). Cette disposition est alterne, de sorte que la section est une ligne brisée ; mais alors, nous retrouvons en petit la structure générale de l'aile composée, et, dans l'espèce, nous pouvons dire que l'*aile membraneuse des Pseudo-Névroptères et des Orthoptères est formée par la réunion de trois ailes* : 1° l'aile antérieure, s'arc-boutant d'un côté aux flancs par les nervures pro-antérieures et sous-antérieures ; de l'autre, au tergum par la nervure antérieure ; 2° l'aile médiane, formée par les nervures sous-antérieure et médiane : cette aile pivote sur la tête de pivotement et fait spécialement basculer le coude tergal ; 3° l'aile postérieure, formée par les nervures sous-médiane et postérieure : elle pivote sur la face postérieure de la tête de pivotement, et fait spécialement basculer la corne postérieure du tergum. C'est le plan postérieur de cette troisième aile qui est si riche en nervures secondaires chez les Criquets, Sauterelles, tandis que chez les Demoiselles il se réduit à un simple voile [1].

La différence la plus saillante entre les ailes d'Orthoptères et Pseudo-Névroptères consiste en ce que chez les Orthoptères les nervures médiane et sous-médiane sont mobiles sur leurs bases, ce qui permet à l'aile de se plisser. C'est là une complication que nous pouvons laisser de côté dans la construction d'une machine aérienne.

---

[1] Nous en arrivons donc à dire que l'insecte peut être considéré comme ayant six paires d'ailes. S'il y en a qui, glissant sur mes déductions anatomiques, trouvent la proposition un peu hasardée, je leur citerai des exemples vivants : les *Alucitides*, papillons voisins des Ptérophores, ont six paires d'ailes.

Chez les deux insectes, le tergum a la forme d'un dôme élastique, avec rebord antérieur (ressort antérieur de l'Æschna, palette externe de la Méconema), coude tergal, rebord postérieur. Chacun de ces trois points correspond à l'insertion des trois nervures tergales, c'est-à-dire des nervures médianes de chaque petite aile constitutive.

Conclusion. — *La base d'une aile artificielle peut être formée par un ou plusieurs systèmes de dièdres, disposés de façon à ce que les arêtes d'un même côté soient elles aussi comprises dans les deux plans d'un dièdre.*

Nous aurons, dans la pratique, mainte occasion d'appliquer cette loi. Nous pourrons évidemment, au début, construire une aile avec un simple dièdre ; mais à vouloir soulever de grands poids, il faudra des ailes volumineuses, et par suite il y aura intérêt à augmenter le nombre des nervures. Certains expérimentateurs ont bien senti cette nécessité, mais ils ont placé leurs nervures au hasard. Nous voyons quelle est la loi qui préside à leur situation.

EXPLICATION DES FIGURES.

Fig. 1. L'*insecte au repos* (grandeur naturelle). *pa* nervure pro-antérieure ; *a* nerv. antérieure ; *sa* nerv. sous-antérieure ; *m* nerv. médiane ; *sm* nerv. sous-médiane ; *p* nerv. postérieure.

Fig. 2. L'*insecte a déplissé ses ailes ; il est sur le point de les abaisser.* D dorsum du mésotergum ; D′ du métatergum ; *p*D, costal ; (μ) μ′) éminences nasiformes du tergum ; *c* coude tergal ; (λ) (λ′) corne antérieure ou palette externe ; (*r*) (*r*′) corne postérieure ; Qq′ lame quadrilatère ; *t* tampon de l'osselet postérieur ; (*b*) (*b*′) dépressions situées sur la surface des quadrilatères, et correspondant à l'insertion du quadrilatère sur la tête de pivotement.

Fig. 2 bis. *Représentation schématique des mouvements des nervures autour du quadrilatère* (*aile postérieure ;* A *au repos ;* B *déplissée*) ; *q* quadrilatère ; *r* insertion de la nervure postérieure ; *rct* plan du tampon ; *pq* nervure postérieure ; *md* nervure médiane ; *abd*′ nervure antérieure ; *a*′*b*′*d*′ nervure pro-antérieure ; dans la position A, elle ne peut se voir.

FIG. 3. *Parois externes de la conque thoracique*. BB' têtes de la crête de pivotement (appuis des ailes de Chabrier); (*sm*) (*sm'*) sillons correspondant aux appuis des ailes ; (S*a*) (S*a'*) sillons des crêtes antérieures ; *st st'* stigmates ; *cp* sillon de la crête postérieure, coupé à sa jonction avec le post-dorsum ; AA' surface flexible, analogue à la plate-forme de l'Æschna ; β sillon de la crête qui la limite en bas ; *c* surface molle qui la sépare de la tête de pivotement ; γ sillon d'une autre crête métathoracique.

FIG. 4. *Déplacement de la nervure médiane (aile antérieure) dans la période de déplissement*. *xy* ligne de terre passant par les éminences nasiformes; (*om*) (*om'*) projections de la nervure médiane au repos; (*om*), (*om'*) projections à la fin du déplissement ; (*o*) (*o'*) angle antéro-externe de la lame quadrilatère, sur lequel tourne la nervure médiane ; (α) (α') projections de l'angle de rotation ; A le même angle vu en perspective ; si nous voulions l'avoir exactement, il suffirait de rabattre (*o*M) et (*om*,) sur le plan horizontal, et de mesurer l'angle de leurs rabattements.

FIG. 5. *Parois internes de la conque thoracique, région supérieure*. $\alpha\alpha'$ ligne de rotation de la corne postérieure du métatergum. Les autres lettres comme celles des *fig.* 2 et 3.

FIG. 6. *Parois internes de la conque thoracique, région inférieure*. S*m'* apophyse de la crête de pivotement ; ω son talon, autour duquel pivote le cercle fémoral ; ε parapet de ce cercle ; δ tendon d'un muscle fléchisseur du fémur, tendon situé entre les insertions du muscle élévateur postérieur ; (*e*) (*e'*) du muscle abaisseur postérieur ; (*m*) (*m'*) (*n*) (*n'*) tendons de muscles jambiers; (F) (F') apophyses sternales, dans lesquelles les apophyses pariétales viennent s'emboîter ; φ apophyse médio-sternale, ou entosternum, donnant insertion à deux paires de tendons.

FIG. 7-8-9-10. *Différentes couches musculaires en allant de dedans en dehors* ; (A) (A') muscle dorsal ; *r* accessoire du dorsal ; (*h*) (*g*) (*f*) (*l*) élévateurs antérieurs ou internes; (*e*) élévateur postérieur ou externe ; } Sternali-dorsaux.
u complémentaire du dorsal; *ikmop* muscles pectorali-axillaires; (*n*, *n'*) muscles jambiers.

FIG. 11. *Coupe de l'aile perpendiculairé aux nervures*. *a* une nervure secondaire ; *b* nervure sous-médiane ; *c* nervure postérieure.

DE LA

DIFFÉRENCE SPÉCIFIQUE DU FURET ET DU PUTOIS

BASÉE SUR LES RÉSULTATS DE CERTAINS CROISEMENTS

Par J. DE FISCHER (Saint-Pétersbourg).

J'ai déjà, à propos du Furet[1], exposé les résultats de nombreux croisements entre individus de la même espèce et d'espèces différentes. Je vais rappeler les lois qui en dérivent, et je me propose plus spécialement, dans ce Mémoire, d'en faire ressortir la grande généralité dans toute la série, sans en excepter l'homme. Tous les faits que j'avance proviennent des sources les plus autorisées, les plus dignes de foi ; j'apporte de mon côté un contingent de longues observations personnelles avec de très nombreuses expériences.

Le Furet a été un des premiers sujets d'étude, et ce n'est pas un des moins intéressants. C'est un des animaux domestiques les plus mal soignés ; il a d'un autre côté fort embarrassé les zoologistes, à cause de sa classification.

Nous n'avons pas ici à traiter de la domestication, de l'amélioration des soins à donner au Furet ; ceci constitue la seconde partie de mon travail sur le Furet. Quant à sa classification, je puis en montrer les difficultés par un court résumé bibliographique.

Le Furet, comme on sait, ressemble beaucoup au Putois. Il est, en outre, albinos : on ne connaît pas de Furets à couleur normale. Il y avait donc à se demander si le Furet est d'une autre espèce que le Putois, ou s'il n'en est que l'albinos.

Buffon et Daubenton[2], en 1758, en font une espèce à part, et

[1] Joh. von Fischer; Das Frettchen. Eine Anleitung zu dessen Zucht, Pflege und Abrichtung nebst einer historischen und kritisch-zoologischen Betrachtung über dessen specifische Verschiedenheit vom Iltis auf Kreuzungsresultaten basirt. Frankfürt a/m. 1883. Mahlau und Waldschmidt.

[2] Buffon et Daubenton ; *Histoire naturelle générale et particulière avec la description du cabinet du roi.* Paris, 1749-1809, tom. VII, pag. 209.

ils ont raison ; seulement leur démonstration est fausse, car leur principal argument est que le Furet et le Putois ne s'accouplent pas. Brisson, en 1756[1], tend à faire du Furet une variété du Putois. Schreber[2] se tait (1778). Erxleben[3] (1778) doute de leur différence spécifique. Desmaret[4] (1820) et F. Cuvier[5] (1824) font du Furet une variété blanche du Putois. George Cuvier[6] et Lesson[7] (1827) sont très perplexes. Oken[8] (1838) en fait un Putois dégénéré. Giebel[9] (1859) lui en demande les preuves ; il dit qu'elles manquent. Leunis[10] (1860) et Döbner[11] un Putois albinos. Brehm[12] est muet (1864). Claus[13] (1873) en fait une espèce artificielle de Putois importé d'Afrique. Altum[14] (1872) se range à cette opinion, en faisant valoir les analogies qui existent entre les Serins sauvages et les Serins domestiques. La lutte, comme on le voit, dure depuis le milieu du dernier siècle : elle est entretenue par des arguments peu décisifs, basés sur des faits d'une importance secondaire.

Je suis alors moi-même entré dans le débat, avec des éléments nouveaux de diagnose. Le Furet est, à mon avis, un très proche parent du Putois, mais il en diffère spécifiquement : ceci

---

[1] Brisson ; *Le règne animal divisé en IX classes.* Paris, 1756, pag. 244.

[2] Schreber ; *Naturgeschichte der Säugethiere.* Erlangen, 1778, tom. III, pag. 488, pl. CXXXIII.

[3] Erxleben ; *Systema regni animalis.* Leipsig, 1778, pag. 467.

[4] Desmaret ; *Mammologie ou Description des espèces de Mammifères.* Paris, 1820-1822, tom. I, pag. 178, pl. LXXXII, *fig.* 3.

[5] F. Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire (Ét.) ; *Histoire naturelle des Mammifères.* Paris, 1820-1842, tom. II, liv. XXII, pl.

[6] G. Cuvier ; *Le règne animal,* tom. I, pag. 145.

[7] Lesson : *Manuel de Mammologie.* Paris, 1827, pag. 145.

[8] Oken ; *Allgemeine Naturgeschichte für alle Stände.* tom. IV, partie II, pag. 1502.

[9] Giebel ; *Säugethiere.* Leipsig, 1859, pag. 780.

[10] Leunis ; *Synopsis der drei Naturreiche.* Hanovre, 1860, tom. I, pag. 111.

[11] Döbner ; *Handbuch der Zoologie,* pag. 84.

[12] Brehm ; *Illustrirtes Thierleben,* tom. I, pag. 540.

[13] Claus ; *Grundzüge der Zoologie,* 1872, pag. 1107.

[14] Altum ; *Forstzoologie,* 1872, tom. I, pag. 1107.

résulte des croisements entre ces deux animaux, et de la comparaison de leurs produits avec les produits des croisements d'autres animaux. J'en ai dégagé les deux lois suivantes :

1° Le produit du croisement entre deux animaux d'espèces différentes ne ressemble jamais exclusivement à l'un des parents ; il offre toujours un type intermédiaire par la forme et la couleur.

2° Le produit du croisement entre deux animaux de la même espèce, l'un à couleur normale, l'autre albinos, ne porte la couleur que de l'un des parents.

La littérature n'est pas pauvre en exemples de croisements entre espèces différentes, et cependant le matériel en est éparpillé et souvent incomplet. Par contre, on ne cite que rarement les bâtards d'albinos et de la forme normale.

J'ai donné encore plus d'extension aux croisements de cette dernière catégorie et réussi un plus grand nombre de naissances dans le sens de ces combinaisons ; je n'ai pu, il est vrai, m'étendre en dehors des espèces déjà publiées[1], par suite de la rareté des éléments. Le Leucisme, le Flavisme, le Mélanisme, sont toujours des cas rares, des anomalies de coloration, difficiles à conserver, souvent rebelles à la reproduction.

Chez les Mammifères domestiques, les vrais cas de Leucisme sont extraordinairement rares. Ce sont les Rongeurs qui en présentent le plus grand nombre.

Dans toutes mes recherches, je le déclare expressément, j'ai banni les animaux domestiques, parce que : 1° ils présentent très rarement de vrais cas de Leucisme ; 2° leur origine, à beaucoup de points de vue, présente des obscurités : on ne peut pas assurer si on a affaire à une forme indépendante, croisée ou dégénérée ; 3° la couleur des animaux domestiques s'éloigne du type primitif. Aucun d'eux n'a conservé sa couleur originelle. Ceux dont nous connaissions avec certitude la forme primitive,

---

[1] Joh. von Fischer, dans *Zoologischer Garten red.*, par Dr F. C. Noll. Frankfort s/m, tom. XV, pag. 362.

vivant encore aujourd'hui à l'état sauvage, et en même temps chez nous, pouvant par suite être comparés aux animaux domestiques, ces animaux, dis-je, présentent une si grande tendance à changer leur robe, en dehors de toute espèce de croisement, que l'on ne saurait être trop circonspect en face des colorations survenant chez les animaux domestiques : c'est là la cause de mon abstention en pareille matière.

Un des meilleurs exemples de cette variabilité, fruit de la simple domestication, nous est donné par le Dindon apprivoisé :

«Les essais de domestication, disent Caton et Lindheimer [1], montrent clairement l'instabilité de coloration, sitôt qu'il est en voie de domestication.

»Le port subit, au bout déjà d'un petit nombre d'années, une importante modification : le corps devient plus trapu, plus fort, et plus horizontal, pendant que les jambes s'allongent. A la troisième génération, les pointes des plumes de la queue commencent à perdre la couleur brun marron, caractéristique du Dindon sauvage. Elles prennent une nuance plus claire. Le magnifique pourpre éclatant du cou et de la poitrine devient grisâtre, et les soies qui s'élancent de la tête, dénudée chez l'oiseau sauvage, deviennent de plus en plus rares et disparaissent complètement. Le bleu violet de la tête et le pourpre de la barbe passent au rouge clair, spécial à l'animal domestique ; le rouge des jambes devient aussi de plus en plus sombre, si bien qu'il n'est plus possible de le distinguer du brun sale de notre Dindon domestique. En somme, le sauvage lui ressemble de plus en plus. On voit ici les produits se modifier sans l'intervention d'un croisement quelconque, sous la seule influence de la domestication.»

Je pourrais multiplier les exemples, sans la crainte d'excéder inutilement les limites de ce Mémoire. Ce que j'ai dit plus haut suffit, à mon avis, à faire abandonner les résultats tirés des animaux domestiques, qu'on voudrait invoquer contre mes loi d'hérédité.

Il faut remarquer que la constance de la coloration à l'état sau-

---

[1] *Zoologischer Garten*, tom. XXII, pag. 106.

vage est un produit de la lutte pour l'existence et de la sélection. Il ne peut se conserver en cet état que les couleurs dont la ressemblance avec le milieu met à l'abri de la découverte, de la poursuite et de la destruction. Telles sont les couleurs transmissibles par l'hérédité chez les animaux craintifs (lièvres, lapins, canards, alouettes, cailles, etc.), tandis que chez ces mêmes animaux les couleurs éclatantes ne peuvent s'hériter et disparaissent dans la lutte pour l'existence. Mais supprimons ces facteurs de destruction, domestiquons l'animal, et alors la variabilité commence à plein jet ; nous avons comme un rappel de ces couleurs, qui existaient peut-être à l'état sauvage, avant la fixation de la couleur actuelle spéciale à l'animal. C'est du reste cette couleur qui reparaît si les animaux domestiqués sont de nouveau exposés aux influences et aux effets de la sélection naturelle, c'est-à-dire sont remis en liberté (*sic* pour les lapins).

Pour examiner et démontrer la différence spécifique du Furet et du Putois, j'ai utilisé un fait, employé jusqu'alors par beaucoup de zoologistes pour prouver justement le contraire, c'est-à-dire l'identité spécifique. Je veux parler du croisement généralement connu entre le Furet et le Putois.

Le produit, comme on sait, a une forme intermédiaire aux deux parents. La couleur de la robe est d'un brun sombre ; elle est cependant plus rousse que chez le Putois, et plus claire sur les flancs, héritage du Furet. La chevelure brune est plus claire et d'un brun roussâtre. Les yeux sont sombres, comme chez le Putois, mais avec un reflet rougeâtre, comme chez le Furet. Ce reflet provient de la chambre interne de l'œil.

Ce genre de bâtards possède aussi un type intermédiaire, sous le rapport des qualités physiques et morales. J'en ai moi-même élevé, et j'ai ainsi trouvé fondée l'opinion de tous les éleveurs éprouvés. Il en résulte donc que :

Le produit du croisement entre le Furet et le Putois est une forme intermédiaire, un Putois-Furet, qui, tout en se rapprochant plus ou moins de l'un des parents, ne ressemble jamais exclusivement à l'un d'eux.

Nous avons là un facteur très puissant pour décider de la différence spécifique du Putois et du Furet. Nous ne connaissons pas l'ancêtre du Furet, mais nous connaissons les croisements d'animaux d'espèces différentes et les croisements d'animaux de la même espèce. Nous pourrons comparer avec nos bâtards, et nous former un jugement.

b.—*Bâtards entre deux animaux d'espèces différentes.*

Commençons par l'animal le plus élevé, par l'homme.

Chacun sait que si des Européens copulent avec des individus d'une autre espèce, les produits offrent un mélange des caractères des deux parents. C'est principalement la couleur du visage et du corps qui montre cette teinte intermédiaire ; ausssi reçoivent-ils un nom spécial, d'après le genre de mélange. Les produits d'Européens et d'Indiens-Américains se nomment métis ; ceux de Nègres et des mêmes Indiens, sambo ; ceux d'Européens et de Nègres, mulâtres. De nouvelles formes intermédiaires ont lieu si on croise les produits avec une des souches-mères. Ainsi, par exemple, Européens et mulâtres donnent des Tercerons, Européens et Tercerons des Quarterons, et ainsi de suite jusqu'à extinction du sang nègre.

Je me propose de figurer toutes ces diverses étapes dans un ouvrage illustré, trop considérable pour remplir le cadre qui m'est réservé dans ce journal.

Qu'il me suffise d'appuyer sur ce fait que les produits sont intermédiaires et ne ressemblent jamais exclusivement à l'un des parents.

Même remarque chez les Singes. On connaît les produits de croisement entre le Macaque commun (*Macacus cynomolgus*) et le Singe à casquette ou à chapeau (*M. Sinicus* ou *Cercocebus radiatus*)[1], entre ce dernier et le Bundher (*M. erythraeus* ou *rhesus*).

J'ai possédé moi-même fréquemment ce dernier genre de bâtards, et ils ne sont pas rares, dans les Jardins zoologiques,

---

[1] Cuvier ; *Hist. nat. des Mammifères.* Paris, 1819-1835.

entre le Singe à chapeau et le Singe à queue de cochon (*M. Nemestrinus*)[1], entre le Pavian commun (*Cynocephalus Sphinx*) et le Pavian cochon (*C. porcarius*)[2].

Parmi les Carnassiers, nous connaissons de nombreux bâtards d'espèces différentes. Je citerai comme très intéressants les produits d'un Ours brun femelle (*Ursus arctos*) et d'un Ours blanc (*Ursus maritimus*) dans le Jardin zoologique de Nill, à Stuttgart.

D'un blanc de neige à leur naissance (9 janvier 1876), ils devinrent peu à peu gris brun, et presque pareils à des oursons d'Ours brun. A la fin de l'été, leur couleur redevint plus claire[3].

La description qu'en donne Martin est très importante par les analogies que présentent ces croisements avec ceux du Putois et du Furet, et cela bien que l'Ours blanc ne soit pas albinos. Erxleben[4] prétend que le Putois-Furet n'est pas un vrai bâtard, mais un produit de races domestiquées avec leur type sauvage, primitif; mais un croisement de ce genre, comme nous le verrons plus loin, donnerait des résultats tout à fait différents.

A la suite du Putois-Furet, je citerai les bâtards de Chien (*Canis familiaris*) et de Louve (*C. lupus*), et inversement, bâtards qui ont été élevés dans le Muséum d'histoire naturelle de Paris et dans beaucoup d'autres lieux, les bâtards de Chien (*Canis familiaris*) et de Chacal (*C. aureus*), comme aussi de Chacals entre eux[5].

---

[1] Hyrtl; *Sitzungsbericht der Academie in Wien*, tom. XIII, pag. 149.

[2] *Mémoires de l'Académie des Sciences*, tom. XIX, pag. 406.

[3] Joh. von Fischer; *Das Frettchen*, etc., pag. 17, et *Zoologischer Garten*, tom. XVIII, pag. 135.

[4] Erxleben; *loc. cit.*, pag. 467.

[5] Geoffroy Saint-Hilaire; *Chiens mulets*, dans les *Annales du Mus. d'hist. nat.*, tom. IV, pag. 162.

Buffon; *loc. cit.*, Suppl., tom. VII, pag. 161-218.

Jean Hunter; *Observation tendings to show that the Wolf, Jackal and Dog are of the species*, dans *Philosoph. Transactions*, 1787, part. II, pag. 253. Seringe; *Croisement du chien et du chacal*, dans la *Bibliothèque universelle de Genève*, tom. XIX, pag. 438. Cuvier; *loc. cit.*, 1821.

On connaît des bâtards de Lions (*Felis leo*) et de tigres (*F. tiger*) [1] (dans une ménagerie anglaise), de Jagouar (*F. onza*) et de Panthère (*F. pardus*) [2], (obtenus également en Angleterre), de Chat domestique (*F. domestica*) et du Chat sauvage (*F. catus*), et d'autres espèce de Félins [3].

Parmi les bâtards de Rongeurs, on connaît suffisamment les Léporides, en état d'élevage déjà depuis 1773. On possède actuellement des produits entre le Lièvre mâle (*Lepus timidus*) et le Lapin femelle (*L. Cuniculus*), et inversement ; Zürn [4], qui a nommé ces Léporides *Lepus Darwinii*, les a élevés jusqu'à la sixième génération ; ils tiennent, d'après lui, par le squelette et les autres particularités, le milieu entre le Lièvre et le Lapin ; ils portent réunis les caractères spécifiques de l'un et de l'autre.

On a élevé au Jardin zoologique de Londres des bâtards d'*Hystris cristata* et de Porc-épic javanais (*H. javanica*) [5].

Les Multiongulés n'ont donné jusqu'à présent que des bâtards de Cochon domestique (*Sus domestica*) et de Cochon sauvage (*S. scrofa*), produits déjà connus des Romains[6].

Par contre, les Solipèdes offrent de bien beaux et nombreux exemples, car, depuis l'importation en France et en Angleterre de beaux exemplaires exotiques, on a accordé à cet ordre une attention toute spéciale. Tout le monde connaît les croisements de Cheval (*Equus caballus*) et d'Anesse (*E. asinus*), et inversement, d'âne et de jument ; il en naît des Mulets, présentant avec une évidence irréfutable les caractères fondus de leurs parents.

Même fusion de caractères chez les bâtards de Zèbre femelle (*E. zebra*) et d'Ane (on avait chez lord Clives [7] zébré l'âne

---

[1] Cuvier ; *loc. cit.*, 1826, *fig.*

[2] Geoffroy Saint-Hilaire ; *Hist. gén. nat.*, tom. III, pag. 170.

[3] *Ibid.*, pag. 170.

[4] Zürn ; dans le *Zoologischer Garten*, tom. XV, pag. 74.

[5] Gervais ; *Hist. nat. des Mammifères*. Paris, 1855, pag. 153.

[6] Pline ; *loc. cit.*, lib. VIII, cap. LXXIX.

[7] Buffon ; *loc. cit.*, Suppl. VI, 1782, pag. 40.

J.-E. Gray ; *Glannings from the Menagerie at Knowsley-Hall*. Knowsley, fol. 1850, pl. LIX, *fig.* 2.

artificiellement, croyant ainsi faciliter l'accouplement par cette grossière illusion. On a été plus sensé au Muséum de Paris en rejetant ce moyen, et l'on a obtenu un bâtard qui a vécu trente ans). Le croisement d'un pareil bâtard avec le Cheval a été aussi fertile. On a aussi réussi entre l'Ane et la Jument du Daw (*E. Burchellii*) [1], et *vice versâ*, entre l'Anesse et un étalon d'Hemione [2], entre un étalon d'Hemione et une femelle de Zèbre [3], entre un étalon d'Hemione et une femelle de Daw [4].

La liste des produits connus est encore longue. Je puis la résumer dans le tableau suivant :

Equus caballus ♀ — et E. Quagga ♂ [5].

E. caballus — et E. Zebra [6].

Chameau à une bosse (*Camelus dromœdarius*). — Chameau à deux bosses (*C. bactrianus*) [7].

Lama (*Auchenia lama*) — et le Huanaco (*A. Huanaco* [8]).

Lama (*A. lama*) — et l'Alpaca (*A. alpaca* [9]).

L'Alpaca (*A. alpaca*) — et la Vigogne (*A. vicuna* [10]).

Wapiti (*Cervus canadensis*) — et le Cerf commun (*C. elaphus*).

C. barbarus — et Cerf commun (*C. elaphus* [11]).

C. gymnotus — et C. virginianus [11].

C. pseudaxis — et C. axis [11].

---

[1] J.-E. Gray ; *Glannings*, etc., pl. LVIII, *fig.* 1.

[2] *Ibid.*, pl. LVIII, *fig.* 2. Geoffroy Saint-Hilaire ; *Acclimatation et domestication des animaux utiles*, 1861, pag. 366, *fig.*

[3] J.-E. Gray ; *loc. cit.*, pl. LVII, *fig.* 1.

[4] *Ibid.*, pl. LIV, *fig.* 1.

[5] Lord Morton ; *Singular Fact in Natural History*, dans les *Transactions of London*, 1821, tom. 1, pag. 20. Everard Home ; *Lectures of comparative Anatomy*. Londres, 1823, tom. III, pag. 307.

[6] Hamilton Smith ; *Horses*, dans *The Natural. Library*, pl. XXIX, XXIV, XXVI et XXVII.

[7] Geoffroy Saint-Hilaire ; *Hist. nat. gén.*, tom. III, pag. 173 et 222. Buffon ; *loc. cit.*, tom. XI, pag. 212 et 213.

[8] Geoffroy Saint-Hilaire ; *loc. cit.*, pag. 173 et 219.

[9] *Ibid.*

[10] *Ibid.*

[11] *Ibid.*, pag. 173 et 221.

C. axis — et C. dama, très commun en Allemagne.

Bos grunniens ♂ — et Bos taurus ♀ [1].

B. grunniens — et B. indicus, connus sous le nom de Dzo.

B. americanus — et B. taurus [2].

B. taurus — et B. frontalis [3].

Ovis aries — et Capra hircus [4].

Capra hircus — et Ovis tragelaphus [5].

Ovis aries — et Ovis musimon [6].

Etc., etc.

Le même cas se produit chez les Oiseaux, chez les Poissons et chez les Insectes [7].

Un même fait se dégage de tous ces croisements : deux animaux d'espèces différentes donnent toujours sans exception un produit intermédiaire pour le port et la couleur, se rapprochant davantage, tantôt du père, tantôt de la mère, mais ne ressemblant jamais exclusivement à un seul des parents.

La réciproque est-elle vraie ? Ainsi, par exemple, le Putois-Furet est un produit intermédiaire ; s'ensuit-il que ses parents soient d'espèces différentes? Cette réciproque ne sera rigoureusement démontrée qu'après l'examen des cas suivants.

c. — *Bâtards entre des albinos et des types normaux de la même espèce.*

Il est clair que si ces bâtards sont aussi des êtres intermédiaires, le fait précédent ne me sera plus d'aucune utilité pour

---

[1] J. Kühn, dans *Zoologischer Garten*, tom. XIX, pag. 58.

[2] Geoffroy Saint-Hilaire ; *loc. cit.*, tom. III, pag. 16.

[3] Jules Kühn, dans *Zoolog. Garten*, tom. XXII, pag. 350.

[4] Geoffroy Saint-Hilaire ; *loc. cit.*, tom. III, pag. 162 et 163. C. Gay ; *Historia de Chile. Zoologia*, tom. I, pag. 166. Buffon ; *loc. cit.*, tom. XI, pag. 365, tom. XII, pag. 144, Suppl., tom. III, pag. 3, 7 et 15.

[5] *Mémoires de la Société Royale d'Agriculture*, 1846, pag. 329.

[6] Pline ; *loc. cit.*, lib. VIII, cap. LXXV. Geoffroy Saint-Hilaire ; *loc. cit.*, pag. 174. Marcel de Serres ; *Note sur l'accouplement d'un mouflon avec le mouton. Comptes rendus* de l'Acad. des Sciences, tom. VII, pag. 724.

Joh. von Fischer ; *Das Frettchen*, etc., pag. 24 et suivantes.

comparer l'origine spécifique du Putois et du Furet. Dans le cas contraire, j'aurai le droit d'affirmer leur différence spécifique.

DÉFINITION ET NATURE DE L'ALBINISME OU LEUCISME.

Le Furet est un albinos ou kakerlak chez lequel cette anomalie a été fixée par l'élevage, Avant d'aller plus loin, il me faut donner de cet état une définition plus serrée et éviter ainsi les confusions avec des animaux de même couleur.

On entend par Albinisme ou Leucisme cet état des animaux dans lequel le corps muqueux de Malpighi, la peau et autres parties du corps (yeux, ongles) manquent du pigment colorant. Cet état s'observe le plus souvent chez les Mammifères et les Oiseaux; on peut le voir aussi chez les Reptiles, Poissons, même chez les Insectes et Crustacés (on a trouvé souvent des Écrevisses blanches à nuances roses et bleuâtres).

Le Leucisme consiste, d'après Mansfeldt [1], dans un arrêt de développement du fœtus, lequel naît avec une formation inachevée de substance pigmentaire. D'après l'auteur, cette substance manquerait même totalement, ce qui porterait l'arrêt de développement à un degré encore plus reculé.

Les caractères principaux du Leucisme sont: une peau terne, rosée ou blanc-de-lait, extrêmement tendre, des poils blancs, jaunâtres ou brunâtres, mêmes couleurs dans les plumes ou autres revêtements du corps, des ongles clairs tournant au rose ou au jaune, rarement au brunâtre et surtout un iris blanc rougeâtre, tout à fait blanc, rarement bleuâtre, toujours mal coloré, transparent, et une pupille d'un rouge vif.

Ce dernier caractère provient de l'absence de pigment choroïdien, ce qui sert à distinguer les albinos des *galactochromes* (animaux blancs avec des yeux et des ongles normaux, souvent

---

[1] Mansfeldt; *Réflexions sur la leucopathie, considérée comme résultat d'un arrêt de développement*, dans *Journ. compl. des Sciences médicales*, tom. XV pag. 250.

même à peau grise ou d'un brun sombre. Tels sont certains lièvres, perdrix de Norwège (*Lagopus mutus* et *L. albus*), belettes, etc., en hiver).

Par suite de cette structure de l'œil, tous les albinos redoutent la lumière et se cachent à l'abri du jour. L'iris étant transparent ou semi-transparent, tous les rayons tombent impitoyablement sur la rétine et lui causent une impression douloureuse, n'étant pas absorbés par le pigment.

La structure de la peau rend les albinos frileux, très sensibles à l'humidité et aux oscillations de température. Leurs ongles sont plus mous, plus tendres et offrent aux objets durs moins de résistance que chez les individus normaux. Bref, les albinos présentent à tous les points de vue les signes d'une formation et d'une résistance incomplètes.

Les albinos nés en liberté succombent bientôt dans la lutte pour l'existence. Leurs propres congénères les chassent ou les fuient comme des monstruosités, ce qui les empêche de se fixer et de s'étendre.

La scène change si l'homme leur vient en aide, fixe et conserve ces anomalies. Tels sont les Souris blanches, les Rats blancs, les Lapins blancs et les Cochons d'Inde, les Daims blancs, etc., recherchés et élevés depuis longtemps et exportés comme des albinos héréditaires dans toutes les parties du monde.

Tel est le Furet, élevé depuis des siècles dans la forme de Leucisme, et que l'on croise avec le Putois uniquement pour relever son existence compromise et ses qualités pour la chasse, disparaissant à la suite de mauvais soins et d'un élevage ignorant.

On a attribué plusieurs causes à la formation du Leucisme, sans que n'importe laquelle nous en ait donné la clef.

Mansfeld l'attribue à une violente émotion, surtout à l'effroi subit de la mère pendant la période de grossesse. Si cette cause était juste, ainsi s'expliquerait la grande fréquence des albinos chez les Rongeurs craintifs (souris, rats, hamsters, lapins, cochons d'Inde, plus rarement chez les lièvres et écureuils). Peut-être aussi faut-il invoquer la faiblesse des fonctions de la génération

sous l'influence d'accouchements nombreux ou d'autres causes d'épuisement, faiblesse qui ne permet pas d'accomplir le développement du fœtus et le fait rejeter avant son entière formation. Tel serait aussi le cas de ces mêmes Rongeurs, chez lesquels la fécondité est illimitée et a une marche incroyable.

Un arrêt de développement pouvant se produire chez n'importe quel animal : ainsi s'explique-t-on l'apparition de cas de Leucisme chez tous les animaux, sans en excepter l'homme, dans tous les pays, chez tous les peuples et chez toutes les espèces.

On a trouvé des hommes albinos partout, dans la race caucasique comme chez les Nègres, les Malais, les Indiens, etc., aussi bien à la Nouvelle-Guinée qu'aux îles Amis et de la Société (Coock, Labillardière), aux îles du Pacifique (Quoy et Gaymard), à Panama, aux Antilles, à la Guyane, au Brésil, au Mexique, comme dans la Virginie et la Louisiane (La Coudrenière ; Lettres sur les écarts de la nature, dans le *Journ. de Physique*, 1782, Suppl.), au cap de Bonne-Espérance comme au Congo et aux autres pays d'Afrique, à Madagascar (Bory de Saint-Vincent), à l'Ile-de-France, à Ceylan, à Amboine, à Java, à Malabar, en Europe, en Asie ; en un mot, partout sans exception.

A côté du vrai Leucisme, que je nomme Leucisme complet, se place une autre forme de Leucisme limité seulement à une partie du corps, pendant que l'autre porte la couleur normale. Ce Leucisme partiel peut également se présenter chez tous les animaux, même chez le Furet, d'après Bechstein. Les animaux atteints de Leucisme partiel se comportent entièrement comme de purs albinos.

Le Mélanisme, caractérisé par une surabondance de pigment dans le corps muqueux de Malpighi, présente, qu'il soit total ou partiel, le même phénomène de généralité que le Leucisme. Nous ne traiterons pas ici cette question ; on n'a pas observé de cas de Mélanisme chez le Putois ni chez le Furet. Nous laisserons aussi de côté les cas de Leucisme partiel combinés avec du Mélanisme, ainsi que ceux du Flavisme.

Je n'ai qu'à rechercher, dans le problème qui m'occupe, les

produits de croisement entre les individus atteints de Leucisme et les individus normaux de la même espèce.

Malheureusement la liste de pareils croisements n'est pas aussi complète et aussi riche que celle des croisements entre deux animaux parents, mais d'espèces différentes.

J'ai déjà indiqué plus haut la pauvreté en ce genre de matériel. Tout en constatant un grand nombre de cas de Leucisme, on ne les a pas élevés ; ce sont, en somme, des monstruosités trop difficiles à conserver, pour faire, sur des sujets qui en sont atteints, des recherches de croisement. De pareilles recherches sont le plus souvent sans résultat, en partie à cause du genre et des conditions de l'existence, en partie à cause d'une stérilité accidentelle ou une répugnance innée des animaux à s'accoupler. J'ai aussi observé chez certains animaux (cerfs, daims) une sorte de répugnance à copuler avec des albinos. Les albinos sont en outre rares ; il est difficile ou impossible de les remplacer, et de cette façon beaucoup d'expériences ne peuvent pas se répéter.

Malgré tout, je crois avoir un matériel suffisant pour trancher la question du Furet; j'ai suppléé au manque de croisements entre albinos et forme normale chez des espèces nombreuses. Chez un grand nombre d'espèces, par la richesse des résultats chez certaines espèces, j'ai pu ainsi réussir avec un égal succès à des centaines et des milliers de naissances.

CROISEMENT DES ALBINOS AVEC LA FORME NORMALE.

L'existence des albinos a été constatée sur tous les points du globe. Mais quant aux produits de leur mariage, les descriptions des voyageurs ne sont ni assez complètes ni assez authentiques pour être toutes exposées ici.

Le cas relaté par Jefferson [1] est d'une grande importance : il a vu deux sœurs négresses albinos, dont l'une a produit un albi-

[1] Th. Jefferson; *Notes on the State of Virginia.* Londres, 1784.

nos et l'autre un nègre pur sang comme son mari. Il n'y a donc pas fusion des caractères, des parents, formation d'un type intermédiaire, comme celui des mulâtres, métis, sambos, tercerons, etc. Il y a plus d'un fait à citer sur cette nonfusion, ainsi que l'appelait Darwin dans son ouvrage sur les Animaux et les plantes, en étudiant les variations apportées par la domestication.

J'ai déjà cité dans le *Jardin Zoologique* (tom. XIV, pag. 112) l'exemple d'un Allemand (un M. St...r de Cologne), qui épousa une albinos, et en eut deux enfants entièrement normaux comme le jeune père.

Un autre cas encore plus éclatant. Un jeune albinos finlandais (Carl M....m) vint à Saint-Pétersbourg passer deux hivers de suite (69 et 70), pendant la « Masljanitza »; il y a alors une foire sur l'énorme place d'Isaac. Notre albinos était montré au public sous le nom d'homme des cavernes par une vieille propriétaire d'un « cabinet de Raretés », Théodore B....f. Celle-ci vivait en concubinage avec son homme des cavernes; elle en avait déjà eu deux filles : l'une de 3 ans et demi, l'autre de 1 an, toutes deux de vrais albinos comme leur père. Le jeune homme voulait, à l'expiration de son contrat, revenir chez lui et épouser une compatriote; mais, malgré toutes mes recherches, je l'ai perdu de vue.

J'ai vu enfin, à la foire annuelle de Gotha, une famille d'albinos : le père était albinos, la mère avait un type oriental fortement prononcé. Les trois enfants étaient albinos, sans aucune trace du type maternel.

J'ai constaté des cas d'albinisme chez les Singes, mais pas de croisement soit à l'état libre, soit en captivité.

Chez les Carnivores, on a peu enregistré de pareils faits. J'ai connu un Renard albinos (*Canis vulpes*) tirant fortement sur le jaune[1] : c'était une femelle ; elle avait quatre petits normaux. Nous avons encore dans cet ordre justement l'animal qui fait l'objet de notre problème, c'est-à-dire le *Fœtorius furo*.

---

[1] Joh. von Fischer ; *loc. cit.*, pag. 37.

Parmi les Insectivores, j'ai, pendant l'hiver de 1870, constaté l'Albinisme chez une Taupe (*Talpa europæa*), dans le terrier de laquelle nous avons trouvé, deux jours plus tard, une portée d'albinos dont il devait être le père : les petits étaient blancs, tirant légèrement sur le jaune [1].

Dans cette même année, j'avais fait insérer dans les feuilles locales une annonce promettant une bonne somme à qui me procurerait surtout des animaux blancs ou jaunes. On m'apporta une Musaraigne (*Sorex araneus*) femelle blanche et un mâle normal. Le même soir, la femelle mit bas trois petits, qui au bout de huit jours, lorsque je les examinai, avaient les yeux pigmentés : ils n'étaient donc pas albinos. Ils dépérirent bientôt avec leur mère [2].

Les Rongeurs vont nous dédommager de cette pénurie en croisements d'albinos.

Déjà Darwin fait cette remarque que les bâtards entre les Souris blanches et grises (*Mus musculus*) sont toujours blancs ou gris, mais jamais intermédiaires.

J'ai poursuivi ce genre de croisements, et après plusieurs milliers de naissances soigneusement enregistrées, j'ai trouvé que les bâtards portaient la couleur du père, rarement celle de la mère. Cette tendance à hériter de la mère croît avec la consanguinité, ainsi que je l'entendais dire à des éleveurs, sur qui, faute d'espace, je m'étais déchargé d'une partie de mes animaux.

Mes expériences sur les Rats d'égout ont pleinement confirmé les résultats obtenus avec les Souris. J'ai déjà décrit leur élevage, ainsi que celui de l'Hamster (*Cricetus frumentarius*) [3].

Avec les albinos de lapin croisés avec des exemplaires gris, et avec ceux-là seulement, on n'obtiendra jamais de produit intermédiaire : c'est ce que confirment du reste les essais infructueux d'Héron.

Mêmes résultats chez les Cochons d'Inde (*Cavia cobaya*).

---

[1] Joh. von Fischer, *ibid.*, pag. 38.

[2] Id., *ibid.*, pag. 39.

[3] Id., dans le *Zoologischer Garten*, tom. XV, pag. 361 et 362.

On m'a apporté des Campagnols (*Hypudæus arvalis* Pall.)[1] en état d'albinisme, la plupart des femelles pleines, et je les ai toujours vues accoucher de petits normaux. Un mâle, albinos d'*Hypudæus glareolus*, ne voulut pas malheureusement s'accoupler avec aucune des femelles qu'on lui présentait, et il mourut bientôt.

Un Surmulot (*H. terrestris*)[2] ne me donna avec un mâle blanc que des petits blancs.

J'ai reçu de Gotha en 1877, en deux reprises, de Siebleben, des Souris des champs (*Mus agrarius*)[3], albinos mâles et femelles : je pus ainsi avoir facilement de blancs petits ; je les fis croiser avec d'autres espèces de Rats, spécialement avec *Mus sylvaticus* : le croisement eut lieu, mais sans résultat. Par contre, les croisements avec leurs congénères normales donnèrent des petits portant exclusivement la couleur de l'un des parents, le plus souvent du père.

Mêmes observations pour les Daims blancs (*Cerus doma*), qui ne manquent dans aucun jardin zoologique tant soit peu garni.

Chez les Oiseaux, les cas sont peu nombreux, mais obéissent à la même loi (*Columba risoria, Pica caudata*[4]), etc.

Cette loi me paraît générale, et je n'hésite pas à m'en servir pour l'appliquer à la question du Furet-Putois.

Cette loi, combinée avec la première (loi des croisements entre espèces différentes), me permet de conclure que le Furet n'est pas un albinos du Putois, et qu'il descend d'une espèce différente.

On m'a, il est vrai, souvent objecté que le Furet était un animal dégénéré à la suite de la captivité et de l'élevage ; que mes vues pouvaient s'appliquer aux Rats et aux Souris, et non aux Furets. Ces arguments ne sont pas sérieux. Des Lapins, Souris, Rats, Cobayes blancs, des Tourterelles blanches, ont été élevés depuis

---

[1] Joh. von Fischer ; *loc. cit.*, pag. 39.

[2] Id., *Zoolog. Garten*, tom. XIV, pag. 111.

[3] Id., *Das Frettchen*, pag. 39.

[4] Id., *ibid.*, pag. 40.

un temps immémorial ; elles ont cependant conservé leurs marques caractéristiques, jusqu'à l'exiguïté de leur taille, avec toutes les qualités accessoires et leur hérédité.

CONCLUSIONS.

A. *Le produit du croisement entre deux animaux d'espèces différentes porte un mélange de certains caractères de ses deux parents. Il se rapproche davantage, soit du père, soit de la mère, ou il tient le milieu entre les deux. Il forme donc un type intermédiaire et ne ressemble jamais exclusivement à l'un des parents.*

B. *Le produit du croisement entre deux animaux de la même espèce, dont l'un est albinos et l'autre est normal, porte les caractères, principalement la couleur, uniquement de l'un des parents.*

COMME COROLLAIRES.

C. *Si deux animaux de couleurs différentes donnent un bâtard à couleur intermédiaire, ils appartiennent à deux espèces différentes.*

D. *Si deux animaux, dont l'un est albinos et l'autre normal, donnent un bâtard de même couleur que l'un d'eux exclusivement, ils appartiennent à la même espèce et sont de simples variétés.*

GÉOLOGIE DE LA RIVE DROITE DU RHONE.

ÉTUDE DES TERRAINS TRAVERSÉS

PAR LA

LIGNE DE NIMES A GIVORS

Par M. A. TORCAPEL.

Le cadre de cette notice est trop restreint pour que je puisse avoir la prétention de donner ici une description, ou même une étude complète, des terrains de la rive droite du Rhône. Mon but est simplement de résumer sommairement les observations

que j'ai eu occasion de faire pendant la construction des lignes de chemins de fer qui parcourent cette rive et d'indiquer les conclusions auxquelles elles m'ont conduit. Malgré d'excellents travaux, il reste encore beaucoup à faire pour compléter la géologie de la vallée du Rhone, celle de la rive droite surtout, qui, sauf dans le Gard, offre encore un champ presque neuf aux investigations. J'espère donc que ces pages ne paraîtront pas dénuées de tout intérêt, et qu'il leur sera donné d'apporter, dans le sujet, quelques notions utiles aux progrès de la science.

I. — Aperçu sur la constitution géologique de la vallée du Rhône méridional.

De Lyon à la Méditerranée, la vallée du Rhône forme une vaste dépression comprise entre la base des monts Cévennes et les premiers contreforts des Alpes, et dont la direction générale court du Nord au Sud. Malgré cette direction presque rectiligne, sa constitution géologique est assez compliquée. Des étages d'âges très divers affleurent sur ses versants, et plusieurs systèmes de failles ou de dislocations viennent se greffer sur la grande fracture N.-S. qui a déterminé sa direction.

A ce point de vue, on peut distinguer, entre Givors et la mer, quatre régions différentes, qui sont d'ailleurs d'importance fort inégale, savoir : le *bas Rhône*, comprenant la Camargue et ses dépendances (la Crau, la plaine de Nimes, la Costière, etc.) ; le *Rhône Provençal*, s'étendant de Beaucaire à Livron ; le *Rhône Valentinois*, de Livron à Tournon ; et enfin le *Rhône Viennois*, de Tournon à Givors.

Dans le *bas Rhône*, les rives du fleuve sont presque uniquement formées par les dépôts tertiaires et quaternaires, et surtout par les terrains subapennins, qui, à une certaine distance, vont s'appuyer contre les calcaires néocomiens. Il n'y a pas, dans les terrains subapennins, de traces apparentes de dislocations. La direction de la rive droite, entre Saint-Gilles et Beaucaire,

N. 50° E., paraît cependant être le résultat d'un affaissement survenu à l'époque pliocène.

Dans la région du *Rhône Provençal*, ce sont les terrains néocomiens et crétacés qui forment la charpente des deux rives, avec recouvrement de terrain éocène et de mollasse, sur plusieurs points. Dans cette partie, les couches secondaires et tertiaires ont été soumises à des mouvements se rattachant surtout au système des Pyrénées (N. 108° E.). Ces mouvements ont produit, soit de grandes ondulations, soit des failles qui traversent la vallée dans cette direction. La fracture N.-S. est peu accentuée et n'a pas produit de faille bien sensible, en sorte que ce sont les mêmes étages qui affleurent, en regard, sur les deux rives ; les roches les plus résistantes formant, à la traversée de la vallée, des barres que le Rhône franchit par d'étroits couloirs. Tels sont les défilés d'Aramon, de Roquemaure, de Donzère, de Cruas, formés par les roches urgoniennes, et celui de Mornas par le calcaire turonien. On peut dire, par suite, que dans sa partie provençale la vallée n'est autre chose qu'une grande cluse dont les parois sont formées par les terrains néocomiens et crétacés.

De Livron à Tournon, c'est-à-dire dans la *région Valentinoise*, la constitution des rives est toute différente. La rive droite est formée de roches néocomiennes, jurassiques et granitiques, et la rive gauche par les terrains tertiaires miocènes et pliocènes. Dans cette partie, la fracture N.-S. est prédominante et elle s'est traduite par une faille prononcée ; les roches de la rive droite ont été rejetées bien en contre-bas du thalweg, et elles ne reparaissent plus, sur la rive gauche, qu'à une grande distance du fleuve. La rive droite est en outre disloquée par un réseau de failles de direction N.-E., qui viennent se greffer sur la faille N.-S. et font apparaître successivement, sur cette rive, des étages très divers de la formation secondaire.

Enfin, dans la *région Viennoise*, de Tournon à Givors, le Rhône est encaissé des deux côtés dans les terrains cristallins, et la vallée n'est plus qu'une gorge resserrée entre des berges

abruptes, sauf à la rencontre du vallon de Beaurepaire, où les dépôts tertiaires reparaissent sur la rive gauche. La faille N.-S. de la région précédente se continue dans celle-ci, seulement elle est reportée un peu plus à l'Est, en sorte qu'elle n'a pas affecté les roches de la rive gauche ; mais elle ne tarde pas à les faire disparaître, non loin de cette rive, sous les dépôts tertiaires.

Nous avons essayé de donner une idée des modifications successives que présente la constitution géologique des bords du Rhône, au moyen des quatre coupes théoriques qui accompagnent cette notice (*voir la Planche*). De cette structure compliquée et changeante, des dislocations secondaires, des érosions qui ont affecté les roches de façons très diverses, est résultée cette variété d'aspects qui fait, à si juste titre, l'admiration des touristes.

Si on jette les yeux sur une carte topographique, on est frappé des variations énormes de largeur que présente la vallée. Réduite à un étroit défilé lorsque les berges sont formées par le granite ou par des calcaires résistants, elle s'élargit progressivement dès que les roches dures s'écartent de la rive.

On remarque, en outre, que, quelle que soit la largeur de la vallée, le cours même du fleuve s'appuie de préférence contre la berge droite, alors même que cette berge présente des roches bien plus résistantes que la rive gauche. Il est évidemment repoussé sans cesse contre la rive droite par ses nombreux et importants affluents de la rive opposée. Ceux-ci charrient en effet des quantités de gravier, de sable et de limon bien plus considérables que les affluents de la rive droite, dont les bassins, moins étendus, sont en outre formés de roches moins affouillables. Leurs apports s'accumulent dans la vallée principale, au débouché des vallées latérales de gauche, et y forment des sortes d'épis qui repoussent les eaux du fleuve vers la rive opposée[1]. Par suite, tandis que la berge gauche est presque partout formée par de grandes nappes

[1] Il n'est donc pas nécessaire d'invoquer ici, pour expliquer la position du thalweg contre la rive occidentale, la théorie en vertu de laquelle les fleuves déplaceraient sans cesse leurs cours vers l'Ouest, sous l'influence du mouvement de rotation de la terre.

de graviers qui s'étendent à une assez grande distance vers l'Est, la rive droite n'est bordée que par un étroit liseré d'alluvions qui manque même souvent, en sorte que sur beaucoup de points cette rive est battue directement par les eaux du fleuve.

Aussi, tandis que la ligne de Lyon à Marseille, qui suit la rive gauche, a pu être établie dans la majeure partie de son parcours sur des terrains d'alluvions, celle de Lyon à Nimes a dû entamer souvent les roches de la berge pour trouver une assiette suffisante ; et tandis que sur la rive gauche le chemin de fer ne traverse, entre Lyon et Arles, que six souterrains d'une longueur totale de 2,283 mètres, nous en trouvons quatorze sur la rive droite, formant ensemble une longueur de 6,568 mètres.

II. — Description géologique du Tracé.

DE NIMES A SERNHAC.

En partant de Nimes, le chemin de fer suit, jusqu'à la station de Sernhac, une plaine très régulière qui est limitée au Nord par les collines urgoniennes de Courbessac, de Saint-Gervasy, de Lédenon, et qui se prolonge au Sud jusqu'à la petite chaîne de collines subapennines connue sous le nom de *Costière*.

Le sous-sol de la plaine de Nimes, dont l'altitude moyenne est de 60 mètres au-dessus du niveau de la mer, est lui-même formé par les marnes et les sables subapennins, que l'on trouve partout, à une faible profondeur, au-dessous des alluvions et des déjections des ravins, qui constituent la couche superficielle.

Les alluvions consistent en limon amené par les cours d'eau actuels, notamment par le Vistre, et en graviers dans lesquels on reconnaît des cailloux provenant, soit des Alpes, soit des Cévennes, et qui ont évidemment été déposés par le Rhône, réuni au Gardon, à une époque ancienne. En effet ces graviers, qui ne diffèrent pas essentiellement, par leur composition, de ceux que ce fleuve dépose aujourd'hui à Beaucaire, s'en distinguent cependant en ce que les cailloux de granite, de schiste, de calcaire

marneux, et en général tous les galets autres que ceux de quartzite ou de calcaire compacte, y sont fortement altérés.

Ces phénomènes d'altération, le gisement de ces alluvions à 50 mètres et plus au-dessus du Rhône actuel, attestent une origine antérieure à l'époque glaciaire, ou, pour mieux préciser, antérieure à l'*Elephas primigenius*. On ne remarque pas en effet de pareilles altérations dans les dépôts glaciaires ni dans les alluvions quaternaires qui contiennent ce fossile, et ces dernières ne s'élèvent, dans la partie inférieure de la vallée du Rhône, qu'à 15 mètres au plus au-dessus de l'étiage actuel.

Une dent d'*Elephas meridionalis* trouvée à la tranchée de Fournès, dans des graviers semblables à ceux de la plaine de Nimes, ou même moins altérés, atteste d'ailleurs que les alluvions anciennes de cette plaine remontent à la période pliocène.

La grande et belle plaine actuellement parcourue par le Vistre et ses affluents n'est donc autre chose que le lit d'un ancien bras du Rhône pliocène. Ce bras se dirigeait vers l'Ouest et avait son embouchure dans le voisinage de Montpellier ; on trouve en effet jusque dans cette région, à un niveau assez élevé au-dessus de la mer, des alluvions anciennes à cailloux alpins.

DE SERNHAC A ARAMON.

Après la station de Sernhac, le tracé descend dans la vallée du Gardon, en entamant un petit massif de mollasse miocène formé, à la base, de marnes bleues sableuses à *Pecten Tournali*, auxquelles succèdent des calcaires jaunâtres, sableux, très coquilliers, résistants, et qui ont été exploités, déjà du temps des Romains, au lieu dit les *Carrières Romaines*.

Le lambeau mollassique de Sernhac repose, comme les autres dépôts de même âge que l'on observe dans la région, sur des calcaires qui appartiennent à des zones diverses du néocomien supérieur. La superposition se fait en stratification très discordante. Le terrain néocomien avait donc subi des dénudations et des dislocations importantes avant le dépôt de la mollasse. Celle-

ci, à son tour, a été énergiquement disloquée et ravinée avant le dépôt des marnes subapennines, en sorte que nous n'en trouvons plus, pour ainsi dire, dans la région du bas Rhône, que des lambeaux noyés dans ces marnes.

A la traversée du Gardon, la mollasse disparaît par suite d'une inflexion brusque, et le chemin de fer est de nouveau assis, entre Remoulins et Aramon, sur les marnes subapennines. Ces marnes, d'un bleu grisâtre, compactes, légèrement sableuses, forment dans cette région tout le versant gauche de la vallée du Gardon. Elles sont entamées profondément par les cours d'eau, notamment près de Fournès, où on remarque un mamelon qui a été complètement déchiqueté par ces ravinements, ce qui lui a valu le nom significatif de *Fosses de Fournès*.

Près de Théziers, se développent, au-dessus des marnes, des couches puissantes d'un sable fin, jaunâtre, micacé, qui correspondent aux sables à *Ostrea undata* de la Costière et de Montpellier.

Les marnes et les sables subapennins s'élèvent au-dessus de Fournès jusqu'à 164 mètres d'altitude, et, comme on constate la présence de ces marnes à de grandes profondeurs en contre-bas de l'étiage du Rhône, il en résulte que ce terrain a, dans le bas de la vallée du Rhône, une puissance de 200 mètres au moins. Il est recouvert, même sur les points où il est le plus élevé, par des alluvions anciennes qui ont les mêmes caractères que celles de la plaine de Nimes, et qui se rangent comme elles dans le pliocène supérieur. Ce sont les restes des alluvions déposées par le Rhône, à des altitudes diverses, à mesure qu'il approfondissait son lit dans les dépôts subapennins.

A Théziers, on voit surgir du milieu de ces dépôts marno-sableux une masse rocheuse qui appartient à l'Urgonien inférieur et qui supporte un lambeau de mollasse. Ces masses isolées témoignent des dislocations énergiques dont la contrée a été le théâtre.

En approchant d'Aramon, le chemin de fer traverse une grande plaine d'alluvions récentes, formée d'une couche très

épaisse de limon et de sable fin, que limite au Nord le massif urgonien des *Roches Castillonnes*. Au pied de ces roches existe une dépression où se trouvent les étangs de la *petite* et de la *grande Palun*. Des dépressions du même genre ont donné naissance, plus au Nord, aux étangs aujourd'hui desséchés de Pujaut et de Translepuy. L'origine de ces dépressions nous paraît être dans les érosions du Rhône à l'époque pliocène. La vallée fut alors creusée au-dessous de son niveau actuel et remblayée plus tard par les graviers quaternaires ; mais ceux-ci ne purent pénétrer dans certaines parties du lit qui étaient abritées contre l'action des courants. Ces parties restèrent par suite en contre-bas du niveau général du lit quaternaire, quand aucun affluent latéral de quelque importance n'amenait, sur ces mêmes points, des alluvions assez abondantes pour niveler les dépressions.

Ces conditions se trouvent réalisées pour chacun des étangs indiqués. Leurs emplacements sont adossés à des roches urgoniennes très résistantes qui les abritaient contre les courants, et aucun cours d'eau susceptible de les combler par ses alluvions propres n'y débouche.

D'ARAMON A ORSAN.

D'Aramon à Roquemaure, on traverse, dans des tranchées profondes, les couches puissantes des calcaires urgoniens qui constituent le plateau rocheux de la plaine Doume et des Angles, et les masses abruptes de Sauveterre et de Roquemaure. Ces calcaires sont blancs ou jaunâtres, semi-cristallins et très résistants. Ils sont découpés par de nombreuses failles, et dans leurs anfractuosités sont restés des lambeaux de poudingue éocène et de mollasse que la ligne traverse sur plusieurs points près d'Aramon.

Dans la tranchée de Roquemaure, on a traversé une veine puissante d'albâtre fibreux translucide, qui pourrait être exploitée pour l'ornementation. Cette veine paraît être le résultat du remplissage d'une faille, ou d'une crevasse, par du carbonate de chaux à l'état cristallin.

En raison de la résistance que les calcaires urgoniens ont opposée aux courants du Rhône, les dépôts subapennins se sont maintenus partout où ces roches les protégeaient contre l'action directe du fleuve. C'est ainsi qu'ont subsisté les marnes rencontrées dans les grandes tranchées de Pont d'Avignon et de Cabrion.

Sur ce dernier point, et sous le village des Angles, les marnes sont recouvertes par des sables qui sont durcis en une sorte de grès assez résistant.

De Roquemaure à Orsan, le tracé traverse l'extrémité de la vallée du Tave, largement ouverte dans les couches crétacées. Il est presque constamment assis sur des terrains d'alluvion qui, dans toute cette région, recouvrent sur une épaisseur assez faible les marnes subapennines. Celles-ci forment, à proximité de la ligne, les collines de Saint-Geniès-de-Comolas et de Chusclan. Cette dernière surtout, qui s'élève jusqu'à la cote 124, atteste l'importance qu'avaient ces marnes avant les érosions qu'elles ont subies. Ces collines sont d'ailleurs couronnées, comme celles de Fournès, par des restes d'alluvions pliocènes.

D'ORSAN A PONT-SAINT-ESPRIT.

A Orsan, le chemin de fer s'engage dans la vallée de la Cèze, dont les deux versants sont formés par les assises puissantes du crétacé supérieur (étage turonien). Ce sont surtout des calcaires jaunâtres remplis de grains de quartz et passant même au grès dans certains bancs, ainsi qu'on peut le voir près Bagnols, dans la tranchée de la *Montée de France*. Ces calcaires reposent sur les couches à lignites exploitées à Orsan. Ils renferment eux-mêmes des couches de marne lignitifère qu'on a rencontrées dans la tranchée ci-dessus. Dans leur masse est intercalée, en outre, une couche très épaisse de sable blanc quartzeux très pur, renfermant souvent de l'argile réfractaire. Ce sable est exploité pour les verreries, dans les environs de Bagnols, et à Saint-Pancrace, près de Pont-Saint-Esprit.

Après la station de Bagnols, le tracé franchit la vallée de la Cèze, dans le fond de laquelle se retrouvent encore les marnes

subapennines, et se dirige vers le Pont-Saint-Esprit, en traversant les calcaires turoniens et le petit bassin lacustre de Vénéjan. Dans la grande tranchée de Derbèze, ouverte dans un calcaire blanchâtre appartenant à l'étage turonien et rempli de nombreux rognons siliceux, on a trouvé une grande quantité de belles empreintes végétales, qui sont étudiées en ce moment par MM. Marion et de Saporta.

En quittant le massif turonien de Vénéjan, le tracé suit une terrasse d'alluvions pliocènes qui recouvre les marnes subapennines et qui vient se raccorder, près de la station de Pont-Saint-Esprit, à une terrasse quaternaire. Celle-ci se prolonge jusqu'au delà de la station de Saint-Just, sans autre interruption que la coupure correspondant au lit de l'Ardèche.

En face Pont-Saint-Esprit, le chemin de fer est dominé à gauche par les collines crétacées de Saint-Alexandre (turonien et cénomanien) et de Saint-Pancrace (turonien). Après la traversée de l'Ardèche, on voit, au-dessus des villages de Saint-Just et de Saint-Marcel, des collines qui sont encore formées par le terrain subapennin. Elles s'élèvent jusqu'à une altitude de 172 mètres, qui correspond sensiblement avec le niveau qu'atteint ce même terrain dans le Gard, et sont, comme toutes celles que nous avons déjà observées, recouvertes d'alluvions de la période pliocène.

Près de la station de Saint-Just, le cénomanien reparaît dans la berge du Rhône, au lieu dit le *Banc Rouge*. Il renferme des couches de lignite qui sont le prolongement de celles d'Orsan et de Saint-Paulet, et qui donnent lieu à une petite exploitation. Puis on voit affleurer successivement, sous les couches à lignite, les sables quartzeux rouges et jaunes, et les calcaires et les marnes à *Orbitolina concava*. En continuant vers le Nord, on entre dans les sables verts du gault, qui ont été traversés dans la tranchée de Bransas, et sous lesquels on trouve les calcaires gréseux et les marnes noirâtres de l'aptien. Tout ce système repose sur les masses rocheuses du calcaire blanc à *Chama* du grand plateau urgonien de Saint-Remèze, que le chemin de fer côtoie jusqu'au delà de Saint-Montant.

C'est de ce calcaire à *Chama*, disloqué par des failles, que sort, près de Bourg-Saint-Andéol, la belle source vauclusienne de Tourne.

Non loin de là, dans la tranchée de Montplaisir et dans celle de Bésignole, le tracé a rencontré de nouveau les marnes subapennines, qui, détrempées par des sources, ont donné lieu à d'importants travaux de consolidation. Ces marnes reparaissent près de Saint-Montant, où elles alimentent plusieurs tuileries.

DE SAINT-MONTANT A VIVIERS.

Entre Douzère et Viviers, le calcaire à *Chama* traverse la vallée du Rhône et se prolonge, vers l'Est, dans le département de la Drôme. Le fleuve s'est frayé dans ce puissant massif un passage étroit, connu sous le nom de *Robinet de Douzère*. Le chemin de fer s'engage dans cette sorte de couloir, où passe déjà, sur l'autre rive, la ligne de Lyon à Marseille, et il en sort à Viviers par un souterrain de 788 mètres qui traverse le calcaire à *Chama* sur la plus grande partie de cette longueur.

Ce défilé remarquable peut être considéré comme formant la limite de la culture de l'olivier, et par conséquent comme le point de passage du climat méditerranéen au climat de la région moyenne du bassin du Rhône. En outre, à partir de ce point, la vallée se rétrécit de plus en plus, et les horizons étendus et variés de la Provence vont faire place à des perspectives plus restreintes et plus uniformes.

C'est aussi là que commence à se montrer, sur la rive droite, un système de failles dirigées N. 35° E., qui suivent la base des Cévennes depuis les environs de Ganges, et qui viennent recouper obliquement la vallée à partir de Viviers jusqu'à Saint-Péray, et même au delà. L'arrivée de ces failles a pour effet de faire apparaître successivement, sur cette rive, tous les étages géologiques compris entre le gault et le trias, puis les roches cristallines. La direction qu'elles affectent a en outre déterminé celle du cours du Rhône sur plusieurs points, notamment de la Rous-

sette à Lafarge, du Teil à Cruas, du Pouzin à Lavoulte et à Soyons, où nous le voyons s'écarter sensiblement de la direction générale de la vallée et s'incliner vers l'Est, pour être ramené chaque fois sur cette direction, par une sorte de gradin, au croisement de chaque faille.

DE VIVIERS AU TEIL.

Au sortir du souterrain de Viviers, le chemin de fer traverse en tranchée une terrasse d'alluvions quaternaires dans laquelle ont été trouvés une défense d'éléphant (*Elephas antiquus* ?) et des ossements de *Rhinoceros tichorinus*, *Bos primigenius*, etc. Ces alluvions reposent sur un affleurement de poudingue éocène buttant par faille contre le calcaire urgonien. Nous retrouverons, à Rochemaure et près de Charmes, des dépôts plus étendus de ces poudingues.

Le tracé coupe ensuite les sables du gault dans la tranchée de la Roussette, et un peu plus loin il traverse les usines à chaux de Lafarge, en passant en souterrain sous le magnifique gisement de calcaire à chaux hydraulique qui y est exploité et dont l'épaissseur est de plus de 150 mètres de bancs absolument homogènes. Ce calcaire est bleuâtre, compacte, un peu marneux, et contient 15 °/₀ de silice disséminée. Il est recouvert par des bancs où la silice est beaucoup plus abondante, et où elle forme de nombreux rognons qui rendent la roche impropre à la cuisson. Au-dessus viennent des calcaires blanchâtres contenant également des rognons siliceux. Ce sont eux qui constituent la masse des collines de Lafarge à Rochemaure. Ce sont ces mêmes calcaires que nous avons vus au début former les collines qui limitent au Nord la plaine de Nimes, et que nous avons déjà traversés entre Aramon et Villeneuve-les-Avignon.

Ces calcaires à chaux hydraulique et les calcaires blanchâtres qui les recouvrent, ont été jusqu'à présent placés par les géologues dans le néocomien inférieur, mais j'y ai reconnu une faune (*Nautilus plicatus*, *Ammonites recticostatus*, *Amm. Matheroni*, *Ancy-*

loceras Matheronianus, etc.) qui les range incontestablement dans le néocomien supérieur ou urgonien [1].

DU TEIL AU POUZIN.

A partir de Lafarge jusqu'au Pouzin, la ligne est assise sur les alluvions récentes du Rhône, sauf au village de Baix, où elle franchit, par un souterrain, un petit cap formé par les marnes du néocomien inférieur. On traverse en tranchée les cônes de déjection formés par les ravins latéraux les plus importants, à leur débouché dans la vallée. Les déblais y ont mis à nu des couches de terre végétale, avec fragments de briques et de poterie, appartenant à d'anciens sols, et qui indiquent que ces cônes se sont accrus dans une forte proportion depuis les temps historiques.

Dans ce parcours, on observe, sur le versant des collines qui dominent la vallée, les couches les plus variées.

D'abord, près du Teil, on voit un lambeau du crétacé inférieur enclavé par des failles dans le terrain néocomien, et comprenant, comme le dépôt plus important que nous avons déjà observé près de Bourg-Saint-Andéol, les marnes, les calcaires marneux de l'étage aptien et les sables du gault. Ce sont ces couches qui forment la colline à laquelle est adossé le village du Teil.

Derrière cette colline, dans un repli des grès verts, se trouve un dépôt de sables blancs, bariolés de rouge vif, représentant le terrain éocène sidérolithique, et qui contient des couches d'argile réfractaire. Cette argile a été exploitée activement pour la fabrication des briques de hauts-fourneaux, mais le gisement paraît à peu près épuisé. Ces sables sont recouverts par des marnes rouges et jaunes, et par des poudingues à cailloux calcaires arrondis et impressionnés, provenant pour la plupart de l'urgonien. Ces poudingues sont semblables à ceux qu'on observe dans le Gard, entre Alais et Saint-Ambroix, et que nous avons déjà rencontrés près d'Aramon et de Viviers. On les retrouve de l'autre côté du

[1] Voir pour plus de détails : A. Torcapel ; *L'Urgonien du Languedoc. Revue des Sciences naturelles*, septembre 1882.

Rhône, sous la mollasse marine miocène. Ils représentent le faciès torrentiel, ou de falaise, de la grande formation lacustre éocène du Sud-Est.

Les poudingues lacustres sont très développés aux abords de Rochemaure. Ils forment les gros bancs, séparés par des marnes rouges, que l'on aperçoit de la ligne, et au travers desquels ont surgi les beaux dykes basaltiques de Rochemaure et de Meysse. Ils s'élèvent, de là, jusque sous les basaltes du Chenavari, ce qui leur donne une puissance de plus de 400 mètres.

On y trouve beaucoup de rognons de silex pyromaque, des cailloux de quartzite brun ou noir, et de quartz hyalin diversement coloré, provenant des grès verts et même des fragments de ces dernières roches. C'est le gisement des silex autrefois exploités à Rochemaure pour la confection des pierres à fusil[1].

Ces poudingues se voient jusqu'au delà de Meysse, où ils font place au calcaire urgonien à silex, sur lequel ils reposent. Celui ci s'étend jusque près de Cruas, où on voit lui succéder, en stratification concordante, les calcaires à pierre de taille et à chaux hydraulique qui alimentent, comme au Teil, plusieurs usines importantes, puis les marnes à *Ammonites radiatus* et le néocomien inférieur. Enfin, près du Pouzin, apparaissent les assises rocheuses du terrain jurassique supérieur, dont les escarpements remarquables forment les gorges étroites de Peyre et de l'Ouvèze.

A l'entrée de cette dernière gorge, derrière le Pouzin, on remarque une belle faille qui appartient au système N. 35° E., dont nous avons déjà parlé. Cette faille a rejeté à plus de 200 mètres en contre-bas de sa position primitive toute la partie antérieure de la montagne, en sorte que les couches qui affleurent derrière le Pouzin sont les mêmes que celles qui, un peu plus loin, forment le sommet de l'escarpement. La rupture a été accompagnée d'un

---

[1] C'est à Rochemaure que vient se terminer le plateau des Coirons, sous les basaltes duquel se trouvent une faune miocène enfouie dans les premières déjections volcaniques, ainsi que des alluvions fluviales attestant l'ancienne existence, à cette époque, d'une rivière qui coulait à 400^{m} au-dessus du Rhône actuel. (Voir ma Notice sur le *Plateau des Coirons, Bull. Soc. géolog. de France.* 1882.)

déversement qui tend à faire glisser toute la masse disloquée sur le Pouzin même. Cette situation est particulièrement dangereuse pour le quartier situé sur la rive gauche de l'Ouvèze, qui risque d'être englouti un jour sous les éboulements ; aussi l'administration a-t-elle dû prendre des mesures pour faire enlever les parties du rocher les plus menaçantes pour la sécurité publique.

DU POUZIN A LAVOULTE.

Entre le Pouzin et Lavoulte, le Rhône, repoussé sur sa rive droite par les graviers de la Drôme, vient butter directement contre les roches qui forment cette rive, et que le chemin de fer a dû entamer pour se faire une assiette. Par suite des failles et des ruptures secondaires qui traversent le coteau en divers sens, et des glissements que paraissent avoir provoqués les affouillements du Rhône à des époques anciennes, celui-ci offre une constitution géologique des plus compliquées. On y voit des lambeaux de tous les étages, depuis l'oxfordien inférieur jusques et y compris le néocomien inférieur. A Lavoulte, l'oxfordien inférieur vient butter contre les micaschistes, par suite d'une faille dans le voisinage de laquelle se trouvent les mines de fer bien connues, exploitées par la Compagnie de Terre-Noire. Le gîte métallifère consiste dans un amas lenticulaire de fer oxydé et se trouve dans l'étage callovien (oxfordien inférieur).

DE LAVOULTE A SAINT-PÉRAY.

A partir de Lavoulte et jusqu'à Lyon, ce sont les terrains cristallins qui constituent les collines de la rive droite du Rhône, et nous allons voir se succéder, le long de la ligne, les schistes, les granites, les gneiss, formant le prolongement de la masse cristalline du plateau central. En même temps, la berge devient plus haute, plus abrupte, et le cours du fleuve sera dominé désormais par une sorte de plateau élevé, dans lequel les affluents de la rive droite ont creusé de profonds ravins.

Cependant nous trouvons encore, jusqu'à Châteaubourg, plaqués

contre le terrain granitique, des lambeaux de terrain sédimentaire, restes des dépôts beaucoup plus importants qui recouvraient les terrains cristallins de cette région avant les dislocations et les dénudations qui se sont produites à diverses époques.

Un des effets les plus remarquables de ce phénomène a été de séparer de la masse du plateau une petite chaîne de collines qui s'étend de Charmes à Crussol, et qui se trouve comprise entre la vallée même du Rhône et les vallons de Saint-George-les-Bains et de Saint-Péray. Une fracture profonde, attestée par des filons de granulite et de pegmatite, des émissions de baryte et de silice, a produit une première séparation. Celle-ci, agrandie par les érosions de l'époque miocène, a formé une vallée dont nous trouvons le fond rempli par les marnes subapennines et par des alluvions anciennes. Ce qui montre qu'à l'époque pliocène, ces collines étaient séparées du plateau ardéchois par un bras de mer, puis par un bras du Rhône, et qu'elles formaient par suite un îlot.

Depuis que les eaux pliocènes se sont retirées, le Rhône n'a plus pénétré dans ces vallons, car on n'y trouve pas d'alluvions quaternaires de ce fleuve, les alluvions pliocènes n'étant plus recouvertes que par les déjections des ravins locaux. Cette observation, qui concorde avec d'autres du même genre, a une grande importance, car elle prouve que, contrairement à l'opinion générale, le Rhône n'a pas atteint à l'époque quaternaire, notamment lors de la fonte des grands glaciers, un niveau à beaucoup près aussi élevé qu'à l'époque pliocène. Dans cette partie de la vallée, le niveau supérieur des alluvions quaternaires est de 25 mètres seulement au-dessus de l'étiage, tandis qu'on observe des alluvions pliocènes jusqu'à 70 mètres et plus, au-dessus du même niveau.

L'ancien îlot pliocène de Charmes et de Crussol, que le tracé longe tout le long de sa limite orientale, offre d'ailleurs bien d'autres sujets d'observations intéressantes pour le géologue. Sa base est formée par le granite gris porphyroïde, dans lequel on remarque des filons puissants de pegmatite et de granite rouge à grands cristaux du plus bel effet. Ce granite, très résistant, forme à Charmes de grands escarpements et pourrait être exploité

avantageusement pour les constructions de luxe et pour l'ornement.

Sur le granite repose le trias, qui se présente au complet, c'est-à-dire avec ses trois zones : grès inférieur (*grès bigarré*) souvent très siliceux et passant à l'arkose au contact du granite ; marnes noirâtres et calcaires intermédiaires (*muschelkalk*), où se trouve le gîte de pyrite exploité près de Soyons ; grès supérieurs ou *keuper*.

Au-dessus du keuper, l'infra-lias et le lias ne sont représentés que par des lambeaux rudimentaires, et ce n'est qu'à partir de l'oolithe inférieure que la série reprend sa continuité ; encore ne trouve-t-on cet étage bien développé qu'au ravin d'Enfer, près de Guillerand, tandis qu'au-dessus de Soyons le keuper supporte directement les marnes oxfordiennes à *Belemnites hastatus*. Ces faits de discordance, qu'on trouve encore mieux marqués dans les environs de Privas, et que nous avons déjà signalés aux Avelas, près Saint-Paul-le-Jeune, dans notre travail sur la ligne d'Alais au Pouzin, montrent qu'entre le trias et l'oolithe inférieure, des mouvements importants se sont produits dans la vallée du Rhône, comme dans la région des Cévennes.

Au-dessus de l'oolithe inférieure et des marnes oxfordiennes, se développe la magnifique série de bancs calcaires qui forment la masse de la colline de Crussol, et qui, contenant de nombreux fossiles, ont attiré depuis longtemps les recherches des géologues et des collectionneurs. Ces calcaires représentent le jurassique supérieur et forment le prolongement de ceux du Pouzin. Ils sont, comme eux, exploités dans de nombreuses carrières. On les retrouve dans le lambeau jurassique de Châteaubourg, où on observe en outre l'infra-lias bien développé et reposant directement sur le granite porphyroïde.

Des couches plus récentes ont encore laissé des lambeaux sur l'îlot de Charmes-Crussol. Près de Soyons, se dresse un rocher massif qui supporte les ruines d'un vieux château, et qu'une peuplade habitait à l'époque préhistorique. Il est formé d'un calcaire jaune, à lumachelles, qui appartient à l'étage urgonien, et dans

lequel il existe un gîte de fer hydraté qui a donné lieu à quelques tentatives d'exploitation. Derrière ce rocher, on trouve un lambeau de l'étage oxfordien, et, dans son prolongement vers le Sud, se présentent des bancs puissants d'un poudingue lacustre à cailloux calcaires, qui est évidemment le prolongement du poudingue éocène de Rochemaure. C'est le dernier vestige de cet étage que l'on trouve sur la rive droite du Rhône, en remontant vers Lyon.

DE SAINT-PÉRAY A GIVORS.

Marnes subapennines. — A partir de Châteaubourg, on n'observe plus de terrains secondaires le long des bords du Rhône. Les dépôts tertiaires, très développés sur la rive gauche, ne sont représentés sur la rive droite que par quelques lambeaux d'alluvions et par les marnes bleues subapennines, que l'on continue à trouver sur nombre de points, dans les ravins latéraux et dans la vallée elle-même, lorsque les fouilles atteignent une profondeur suffisante [1], et en général dans toutes les anfractuosités du terrain primitif. Elles ont été rencontrées par les travaux à la tête sud du souterrain d'Andance, un peu en amont de la station de Serrières, à la tête sud du souterrain de Saint-Pierre-de-Bœuf et dans divers emprunts. Elles sont en outre visibles près Andance, dans le vallon de Torrenson, où elles alimentent des tuileries importantes, de même, du reste, que partout où elles affleurent dans la vallée du Rhône. Enfin je les ai trouvées dans le petit ravin de Rolland, près de la station de Loire, où elles contiennent en abondance de petites coquilles marines (*Syndosmia Rhodanica*), des lits de lignite et des empreintes végétales. Ce gisement témoigne que la mer pliocène s'avançait jusque dans

---

[1] Elles ont été rencontrées, dans les sondages effectués à l'emplacement du viaduc de Saint-Rambert, à 17^m en moyenne *au-dessous* de l'étiage; et au viaduc de Lavoulte, à 6^m au-dessous du même niveau. — Scipion Gras (*Stat. géol. de la Drôme*) rapporte qu'un sondage exécuté à Valence les a traversées sur 300 pieds d'épaisseur sans en trouver le fond.

les environs de Lyon. Il est recouvert par des alluvions appartenant à la même période.

Ces marnes offrent dans cette région les mêmes caractères que dans le bas de la vallée. A peine sont-elles un peu plus sableuses ou mélangées de quelques fragments des roches encaissantes, dans le voisinage de l'ancien rivage, ce qui montre que leur dépôt a dû se faire dans un bras de mer sans marée, où l'agitation de la haute mer ne pouvait arriver. Il était en effet limité du côté de l'Est par les collines qui forment la rive gauche, et qui avaient déjà tout leur relief. Sa largeur était donc minime par rapport à sa longueur, et, comme il pénétrait dans toutes les vallées latérales des deux rives, il présentait dans son ensemble la forme d'un de ces fiords aux mille digitations qui découpent la côte de Norwège. On est d'ailleurs frappé de l'analogie qu'il y a entre ces marnes et les limons que dépose actuellement le Rhône vers son embouchure, et on est conduit à en inférer que leur dépôt est dû également aux eaux troubles amenées par le Rhône pliocène, dont le bassin devait avoir déjà la constitution géologique actuelle, puisque le dépôt est formé des mêmes éléments. C'est ce qu'indique aussi la composition très analogue des graviers de l'époque pliocène.

La puissance de ces limons, l'énorme quantité de graviers dont le Rhône les recouvrit lorsque la mer pliocène se retira, indiquent qu'une action érosive très énergique s'exerçait alors dans la région des Alpes.

Roches cristallines. — De Châteaubourg à Lyon, à part les marnes dont nous venons de parler, et qui sont du reste presque partout cachées sous des alluvions ou des éboulis, on ne voit plus, le long du tracé, que des roches cristallines formant des escarpements que le chemin de fer a dû entamer, souvent profondément, par des tranchées ou des souterrains, lorsque les alluvions du fond de la vallée ne pouvaient lui offrir une assiette suffisante.

L'uniformité de cette constitution géologique a pour consé-

quence une uniformité d'aspects d'autant plus grande que, la berge gauche du Rhône étant elle-même formée des mêmes roches, la vallée se réduit à un étroit couloir qui contraste complètement avec les horizons étendus et si variés du Rhône inférieur.

Cette partie de la vallée n'en a pas moins un grand intérêt géologique. Ces roches cristallines présentent en effet une grande variété d'espèces minérales dont l'étude spéciale et détaillée fournirait certainement des données précieuses ; mais elle exigerait un temps considérable, et j'ai dû me borner à une reconnaissance sommaire des massifs principaux que l'on peut distinguer dans ce grand ensemble de roches primitives.

En premier lieu, de Saint-George-les-Bains jusqu'à Tournon, se présente un énorme massif de granite porphyroïde gris, à grands cristaux de feldspath orthose et mica noir abondant. Ce granite est très dur et très compacte ; cependant il prend souvent une structure stratiforme, ses cristaux s'orientent, et il passe ainsi à une sorte de gneiss porphyroïde; il renferme même des parties tout à fait schisteuses. Tel est l'aspect qu'il présente, notamment, près de Châteaubourg, dans les carrières de Ferrogne. Il est en outre découpé par une infinité de veines d'une granulite jaunâtre, à mica plus ou moins abondant et à grain très fin (leptynite des auteurs), qui alternent même quelquefois avec lui par couches régulières. Cette disposition s'observe très nettement près de Saint-George-les-Bains. Ce granite est remarquablement pauvre en quartz, et peut-être n'est-il en réalité qu'un gneiss porphyroïde.

A Tournon, l'extrémité de ce massif a été percée par un souterrain important, et on peut voir, au-dessus de la tranchée de la tête nord de ce souterrain, le granite recouvert par un lambeau de gneiss schistoïde. Là, le massif granitique traverse la vallée et forme, sur la rive gauche du Rhône, le célèbre coteau de l'Hermitage, si éprouvé maintenant par le phylloxera ; puis il se prolonge vers le Nord-Est, dans la direction de Larnage. Sur ce point, la roche est formée, pour la plus grande partie, d'orthose

kaolinique qui est activement exploitée pour les fabriques de faïence.

La vallée du Doubs, sur la rive droite, et le ravin de Gervant, sur la rive gauche, forment la limite du granite porphyroïde. Cette limite offre une direction parallèle aux failles N. 35° E., et il est très probable qu'elle a été déterminée elle-même par une fracture de cette direction. Au delà se présentent des gneiss granitoïdes grisâtres qui se prolongent jusqu'à Ampuis, mais qui présentent deux variétés bien différentes.

De Tournon à Andance, ils renferment des cristaux assez grands d'orthose et sont toujours disposés par feuillets. Ils ont un pendage assez régulier d'environ 50° vers le Nord, qui fait suite à celui des couches que présente le massif précédent. Ils renferment une infinité de dykes et de filons de granite porphyroïde et de granulite, et en outre des intercalations de gneiss schistoïdes micacés (tranchée près Sarras), ou chlorités (tranchée des Pals près Andance). On y trouve souvent des veines de quartz laiteux, et une roche en filons où le quartz au contraire manque et où le mica à cristaux enchevêtrés devient extrêmement abondant, ce qui constitue une sorte de fraidronite.

Il y a, en somme, beaucoup d'analogie entre ces gneiss et les granites porphyroïdes qui précèdent ; aussi les désignons-nous sous le nom de gneiss porphyroïdes.

Ils forment d'ailleurs, sur l'une et l'autre rive, les hautes berges de la vallée, et nous pouvons faire dès à présent cette remarque générale, que les roches cristallines dans lesquelles le Rhône est encaissé sont, sur les rives opposées, de même constitution minéralogique, en sorte que les zones successives formées par les diverses natures de roches coupent la vallée transversalement à sa direction générale.

Au nord d'Andance et dans tout le massif d'Annonay, les gneiss changent de nature. Ils sont bien moins feuilletés. Le mica, moins abondant que dans les précédents, quelquefois même rare, y est souvent blanc, et disposé sans ordre particulier. Ils prennent alors l'apparence d'un granite à grain fin; mais la roche est toujours

pauvre en quartz (Peyraud, Saint-Sornin, Serrières), et celui-ci s'y présente ordinairement en granules ou même en cristaux isolés. Cette texture les range dans la classe des gneiss granulitiques, que l'on considère comme la plus ancienne des roches primitives stratiformes qui soit accessible à l'observation.

Entre Serrières et Limony (tranchée de Charnas), ces gneiss sont traversés par un gros dyke de granite porphyroïde, injecté lui-même de filons de granulite.

Près de Condrien, le souterrain de Verrin a traversé un autre petit massif de granite porphyroïde, intercalé dans le gneiss.

Ces gneiss granulitiques ont une tendance à se charger de chlorite, et sur plusieurs points celle-ci y remplace complètement le mica. La roche passe alors à une véritable protogine schisteuse. C'est dans cette protogine qu'a été percé le souterrain de Saint-Pierre-de-Bœuf. Le même passage s'observe à Ampuis ; mais sur ce point le gneiss devient très feuilleté, se charge de plus en plus de chlorite, et passe au gneiss chloriteux. C'est cette roche, dans laquelle s'intercalent des couches puissantes de leptynite à grain très fin et très résistante (*eurite schisteuse*), qui forme les escarpements des environs de Vienne. Entre Sainte-Colombe et Loire, elle fait place peu à peu au gneiss schistoïde micacé, au micaschiste proprement dit, et enfin, après la station de Loire, au schiste à séricite (talcschiste), dans lequel est percé le souterrain de Givors.

Ces différentes zones cristallines se recouvrent régulièrement avec un plongement nord, à partir de Sainte-Colombe. Elles nous offrent la série complète des terrains cristallins de la région qui nous occupe, depuis les gneiss anciens jusqu'aux micaschistes les plus récents. Si nous la comparons avec la série des roches que présente le massif alpin, nous voyons qu'il y a concordance générale des deux séries ; toutefois les schistes amphiboliques et les diorites de la région des Alpes paraissent manquer dans la vallée du Rhône. Je n'ai pas en effet constaté la présence de ces roches, et, si elles y existent, ce ne peut être que d'une façon accidentelle. Je n'y ai pas non plus observé de porphyres quartzifères.

Au delà de Givors, on voit reparaître les gneiss, qui se continuent jusqu'à Lyon, avec des intercalations répétées de granite et de granulite.

Terrain houiller. — Près de la station de Givors-Canal, sur la rive gauche du Gier, on observe les derniers affleurements du bassin houiller de Saint-Étienne. Ils se présentent sous la forme de conglomérats ou de grès grossiers, qui viennent butter par faille contre les gneiss.

Il existe sur la rive gauche, à Communay, près de Chasse, quelques couches de houille anthraciteuse, prolongement probable de celle de Saint-Étienne, qui font l'objet d'une petite exploitation.

Alluvions quaternaires. — Dans toute la région viennoise, et même à partir de Lavoulte, la ligne est établie le plus souvent sur le mince liseré d'alluvions qui borde la rive droite, et ce n'est qu'exceptionnellement qu'il entame les roches dures que nous venons de passer en revue.

Les alluvions qui servent d'assiette au chemin de fer sont tantôt les alluvions du régime actuel, tantôt les alluvions quaternaires. Les graviers de ce dernier âge ont été rencontrés, notamment, à la tranchée de la Sarrasinière, aux têtes sud des souterrains d'Andance et de Saint-Pierre-de-Bœuf, et à la tranchée de Sainte-Colombe. Les grands emprunts de Saint-Jean-de-Muzols, de Peyraud, de Chantèle et de Sainte-Colombe sont aussi ouverts dans ces alluvions. Ils ont fourni à Saint-Jean-de-de Muzols, à Chantèle et à Sainte-Colombe, des dents et des ossements d'*Elephas primigenius*, de *Bos primigenius* et de cerf (*Cervus canadensis* ?) qui fixent leur âge d'une manière certaine. Ils s'élèvent dans cette partie de la vallée jusqu'à 25 mètres, en moyenne, au-dessus des basses eaux actuelles, et se raccordent d'ailleurs, en contre-bas de l'étiage, avec les graviers de même nature qui remplissent le fond du thalweg, en sorte qu'on peut dire que le lit actuel est creusé dans les graviers qui, à l'époque quaternaire, ont comblé le fond de la vallée.

Ces graviers quaternaires ne doivent par être confondus avec les couches détritiques, limoneuses (lehm) ou rocailleuses, qui les recouvrent sur une épaisseur d'autant plus grande qu'on s'approche davantage des roches en place, qui constituent les berges. Ces couches superficielles représentent en effet les apports successifs du ruissellement des eaux pluviales et des ravins latéraux, sur ces graviers, depuis le moment où ils sont restés en contre-haut des grandes crues du fleuve. Elles sont donc en général d'âge plus récent, et souvent tout à fait modernes.

Les alluvions quaternaires ne contiennent aucun bloc glaciaire erratique ; les quelques blocs de ce genre qu'on a trouvés dans la tranchée de Sainte-Colombe reposaient à la surface du terrain. Ces blocs ne se rencontrent d'ailleurs, dans la vallée du Rhône méridional, que dans le voisinage de Vienne. On peut en inférer que le dépôt de ces alluvions est antérieur au moment où a eu lieu la plus grande extension des glaciers, et en second lieu que la fonte des immenses glaciers qui arrivaient jusqu'à Vienne s'est effectuée très lentement et sans produire de courants exceptionnels dans la vallée du Rhône, car ces courants eussent certainement entraîné une grande quantité de blocs en aval de Vienne; ils auraient en outre bouleversé complètement l'économie des alluvions antérieures, les auraient remaniées profondément, en sorte qu'aucune distinction ne serait plus possible.

Alluvions pliocènes.— Les alluvions pliocènes, que nous avons vues si largement représentées dans le bas de la vallée, n'ont laissé dans cette partie que de faibles vestiges, ce qui s'explique par l'intensité que devaient avoir les courants de la fin du pliocène, dans l'étroit couloir qui la constitue. On en trouve cependant deux lambeaux bien caractérisés qui ont échappé aux érosions : l'un près d'Érôme, qui s'élève à environ 130 mètres au-dessus de l'étiage, et l'autre près de Loire, dans le ravin de Rolland. Tous deux reposent sur les marnes et les sables subapennins. Les vallées latérales de la rive gauche, qui étaient à l'abri des courants, nous offrent d'ailleurs de grandes terrasses appartenant à cette

période. La plus remarquable est celle qui occupe le bas de la vallée de l'Isère, de Valence jusqu'à Tain. Une autre comble également la partie inférieure de la vallée de Beaurepaire.

Enfin, il nous reste à parler d'une dernière catégorie d'alluvions que nous n'avions pas encore mentionnée.

Alluvions miocènes. — Sur les collines qui longent le Rhône dans la région viennoise, on observe, à partir de la cote 370 environ (230 mètres au-dessus de l'étiage), des alluvions qui sont bien distinctes de celles que nous avons rencontrées jusqu'ici aux abords de la ligne. Ces alluvions, qui ne sont du reste représentées que par de faibles lambeaux, sont formées de cailloux bien arrondis, emballés dans une gangue argilo-sableuse et qui, sauf les quartzites, sont complètement décomposés. Les granites et les autres roches feldspathiques sont réduits en kaolin pâteux ; les schistes de toute nature, les calcaires siliceux, sont à l'état pulvérulent ; les calcaires compactes, rares d'ailleurs, sont profondément corrodés. En un mot, la décomposition est bien plus avancée que dans les alluvions pliocènes à *Elephas meridionalis* (voir pag. 162), et on ne saurait douter que les alluvions des collines viennoises ne remontent à un âge bien plus reculé. Elles recouvrent en outre aux abords de Vienne, sur les hauteurs de Jardin, les poudingues de la mollasse, et occupent ainsi la même position stratigraphique que les alluvions beaucoup plus importantes du grand plateau de Chambaran, en Dauphiné, qui présentent le même degré de décomposition, et dont elles ne sont que le prolongement. Cette vaste nappe représente pour nous les premières alluvions qui se sont déposées dans la vallée du Rhône lorsque la mer de la mollasse se retira et qu'un fleuve la parcourut pour la première fois. Elles corrrespondent sensiblement aux alluvions à Hipparions, que la nappe basaltique des Coirons a recouvertes, ainsi que je l'ai montré ailleurs [1], et sont par conséquent de l'époque miocène.

On trouve des lambeaux de ces mêmes alluvions sur la colline

[1] A. Torcapel, *Le Plateau des Coirons.*

de Crussol (altitude 380 mètres), sur les collines qui dominent le Pouzin (400 mètres) et sur la colline de Saint-Restitut près Pierrelatte (306 mètres). Mais, sur ces divers points, elles sont exclusivement quartzeuses ; les cailloux decomposés, ayant été remaniés ou lavés par les pluies, ont disparu, tandis que sur les collines viennoises ils ont été protégés par le lehm épais qui les recouvre encore, ou même par des dépôts lacustres aujourd'hui disparus en grande partie.

On comprend d'ailleurs que ces témoins du premier creusement de la vallée ne se soient conservés que sur les sommets formés de roches résistantes et non exposés aux ravinements des eaux pluviales. Aussi n'en trouve-t-on pas sur les collines de la rive gauche entre Ampuis et Andance, qui ont été plus ou moins lavées par les ravins descendant du mont Pilat. Entre Andance et Tournon, on ne trouve que quelques cailloux épars. Au-dessus de Tournon, il en existe un lambeau à l'altitude 359 mètres, et un autre au-dessus de Châteaubourg, à 341 mètres.

III. — Résumé de l'histoire géologique de la vallée du Rhône.

Les faits que nous avons constatés, tant dans cette étude que dans nos recherches antérieures ; les données déjà acquises à la science par les travaux des géologues qui ont spécialement étudié les terrains de la vallée du Rhône, parmi lesquels nous citerons surtout MM. Scipion Gras, Émilien Dumas, P. de Rouville, Lory, Falsan et Fontannès, nous permettent de résumer comme suit l'histoire géologique de cette vallée.

Pendant toute l'époque secondaire, c'est-à-dire pendant une suite incalculable de siècles, son emplacement resta occupé par une mer qui s'étendait au loin dans toutes les directions, et dans laquelle s'entassèrent les couches puissantes des terrains jurassiques et crétacés.

A la fin de la période crétacée, des dislocations énergiques chassèrent la mer de la contrée. De grandes dénudations se produisirent, et le sud-est de la France fut occupé par un vaste lac

dont la rive occidentale s'appuyait sur le bord du plateau central, déjà soulevé. Cette période lacustre se poursuivit jusqu'à l'époque miocène ; alors un nouvel affaissement ramena la mer. Celle-ci, dans son retour, détruisit en grande partie les dépôts lacustres, puis elle déposa les marnes et les couches calcaires de la mollasse. Le rivage occidental de cette mer s'appuyait, comme autrefois celui du grand lac provençal, sur le bord du plateau central. Celui-ci n'avait peut-être pas encore tout son relief ; dans tous les cas, il n'était sillonné que par des cours d'eau peu encaissés et à faibles pentes. Le rivage oriental s'adossait aux chaînes alpines, déjà en partie soulevées.

Vers la fin de la période miocène, un nouveau soulèvement se produisit et eut pour conséquence un nouveau retrait de la mer. Ce soulèvement, qui coïncida avec un nouvel exhaussement des Alpes, et probablement aussi du plateau central, eut pour conséquences la formation définitive d'une grande gouttière à pente Nord-Sud, qui fut la vallée du Rhône.

Par suite du retrait de la mer, les pentes et la puissance d'érosion des cours d'eau de la rive droite augmentèrent de plus en plus, et ceux-ci s'encaissèrent dans des vallées profondes. Sur la rive gauche, la mer, en se retirant, laissa un fond de sable à faible pente sur lequel s'établirent des lacs et des marécages. Puis arrivèrent les premiers cours d'eau alpins, qui entassèrent dans ces lacs de puissantes alluvions (poudingues à cailloux impressionnés, conglomérat et lehm rouge de Chambaran). Enfin, les pentes augmentant de plus en plus, par suite du soulèvement progressif des Alpes, les cours d'eau de cette rive s'encaissèrent à leur tour. Ainsi fut constituée la topographie générale du bassin méridional du Rhône. A la fin de la période miocène, le creusement de la vallée principale, dans la partie que nous considérons, et celui des parties inférieures des vallées secondaires, était terminé. La vallée avait donc dès lors à peu près l'aspect que nous lui voyons, avec cette différence toutefois qu'elle était plus profonde et moins encombrée d'alluvions et de terrains meubles, tant sur ses versants que sur son fond.

Au commencement du pliocène survint un affaissement qui ramena la mer dans toutes les parties basses du bassin, jusqu'à la latitude de Lyon, tandis que des marais et des lacs s'étendaient dans les parties plus élevées et jusqu'au pied des Alpes. C'est alors que se déposèrent les marnes et les sables subapennins et les marnes d'eau douce à lignite du Dauphiné, de la Bresse, etc. Les dépots subapennins remplirent tout le fond de la vallée jusqu'à 130 mètres environ au-dessus de l'étiage actuel. C'est pendant cette période que les glaciers durent se constituer dans le massif alpin, par suite du refroidissement graduel du climat.

Au milieu du pliocène, une nouvelle oscillation vint rétablir les pentes des vallées ; la mer recula de nouveau ; le Rhône reprit possession de la vallée, et recouvrit de ses graviers les dépôts subapennins (conglomérat bressan, gravier de la Costière) ; il s'encaissa ensuite dans ces dépôts, en les entraînant en grande partie, et, par une suite d'étapes déterminées par le retrait successif de la mer et que jalonnent les terrasses subapennines, — les diverses *craus* provençales, restées comme témoins des anciens niveaux du fleuve, — il abaissa son lit sensiblement au niveau actuel, même un peu plus bas encore.

Alors commença la période quaternaire, pendant la première partie de laquelle le fond de la vallée fut comblé de nouveau par les graviers à *Elephas primigenius*, jusqu'à une hauteur moyenne de 25 mètres, entre Lyon et Valence. Cette hauteur va en diminuant progressivement de Valence à Avignon; ce qui paraît indiquer que ce comblement a pu résulter simplement de l'encombrement du lit par les nombreux matériaux qu'entraînaient les grands glaciers dans leur marche progressive, et que les eaux du fleuve ne pouvaient suffire à charrier jusqu'à la mer.

Puis, les glaciers se retirant, le Rhône reprit sa puissance d'affouillement ; il s'encaissa dans ces graviers et finit, après des oscillations probablement nombreuses, par se fixer au niveau actuel, qui ne paraît pas avoir varié beaucoup depuis les temps historiques. Les variations que l'on constate indiqueraient cependant que le lit est en voie d'exhaussement.

La façon dont se présentent les alluvions, les cailloux de faible volume, les sables qui les constituent, la régularité que présentent les dépôts, montrent que ces comblements et ces affouillements successifs se sont opérés sans action violente et par l'action normale des cours d'eau. Ils ont dû, par suite, demander un très grand nombre de siècles, et rien ne donne mieux l'idée de l'immense durée des temps géologiques que l'étude de ces grands phénomènes.

Il est très remarquable que les alluvions de la vallée du Rhône se sont montrées, jusqu'à présent, d'une stérilité absolue en restes de l'industrie humaine de l'époque préhistorique, alors que ces restes sont si répandus dans les alluvions du bassin de la Seine et même dans celui de la Saône. C'est là un fait qu'il est assez difficile d'expliquer. Il est cependant probable qu'à l'époque quaternaire les eaux du fleuve étaient très torrentielles, et que la pêche et la navigation y étaient difficiles ou même impraticables. On peut supposer aussi que les bords du fleuve étaient alors couverts d'épaisses forêts et de marécages que des crues violentes et fréquentes changeaient en lacs, ce qui en rendait l'abord dangereux, en sorte que les centres d'habitation n'ont pu se fixer qu'à une certaine distance des rives. Ainsi, le rocher de Soyons, que son élévation à 45 mètres au-dessus de l'étiage actuel mettait à l'abri des crues quaternaires, a été habité par une peuplade à l'époque Moustérienne, qui est considérée comme contemporaine de l'*Elephas primigenius*. Nous avons trouvé également quelques restes d'industrie à la surface des terrasses subapennines, près Beaucaire, Pont d'Avignon, Rochefort, Saint-Rémy, etc., toujours sur des points élevés au-dessus des crues.

La succession des phénomènes dont nous venons de faire l'historique est mise en évidence par le tableau ci-après.

Nous terminons enfin ce travail par un second tableau[1], dans lequel nous résumons la stratigraphie des divers étages qui sont représentés sur la rive droite du Rhône.

[1] Il paraîtra avec le prochain fascicule de la *Revue*.

RÉSUMÉ HISTORIQUE des temps tertiaires et quaternaires dans la vallée du Rhône, de Lyon à la mer.

PÉRIODES.	SUCCESSION DES DÉPÔTS OBSERVÉS DANS LA VALLÉE.	PHÉNOMÈNES GÉOGÉNIQUES.	
Période crétacée supérieure	Dépôts marins généralement sableux, indiquant la proximité des rivages.	Dislocations énergiques à la fin de la période et au commencement de l'éocène. Soulèvement progressif du continent.	
Période éocène	Dépôts d'eau douce dans un grand lac limité à l'Ouest par le bord du plateau central.	Retrait de la mer ; dénudation des terrains crétacés. — Erosion des terres émergées et notamment des terrains crétacés.	
Période miocène	Dépôts marins (Mollasse).	Retour de la mer par suite d'affaissements et de dislocations. Soulèvement d'une partie des Alpes. Dénudation des dépôts lacustres.	
	Alluvions et sables à Hipparions. Conglomérat et couches lacustres des plateaux du Dauphiné.	Lent retrait de la mer, exhaussement graduel des Alpes et du plateau central. — *Eruption basaltique des Coirons.* Premier creusement de la vallée du Rhône jusqu'à fond, bien en contre-bas de l'étiage actuel.	
Période pliocène	Marnes et sables marins subapennins.	Refroidissement graduel des climats.	Retour de la mer par suite d'affaissements et de dislocat. Comblement de la vallée par les dépôts subapennins.
	Marnes d'eau douce à lignite.		Nouvel exhaussement des Alpes. Retrait progressif de la mer.
	Alluvions à *Elephas meridionalis.*		Deuxième creusement de la vallée dans les dépôts subapennins. Formation des *Craus* ; affaissement de la Camargue.
Période quaternaire.	Alluvions à *Elephas primigenius.*	Grande extension des glaciers.	Comblement partiel de la vallée par les graviers alpins.
	Blocs et dépôts glaciaires.	Retrait des glaciers.	Troisième creusement du lit dans les graviers quaternaires.
Période actuelle	Limons et graviers déposés par les crues actuelles, provenant en partie du remaniement des alluvions quaternaires.	Formation progressive du delta actuel. Léger exhaussement du lit du Rhône.	

ESSAI

D'UNE

MONOGRAPHIE LOCALE DES CONJUGUÉES

Par M. Fr. GAY.

INTRODUCTION.

La famille des Conjuguées est une des mieux circonscrites et des plus naturelles du groupe des Chlorophycées. Elle appartient tout entière aux eaux douces. Les plantes qui la constituent ont la forme de filaments d'un beau vert ou d'un vert un peu jaunâtre, formant dans les eaux tranquilles des amas ou des nappes quelquefois considérables, ou bien elles sont réduites à des cellules isolées. Sous cette dernière forme, elles n'ont été connues qu'au moment où l'emploi du microscope a permis aux naturalistes d'aborder l'étude des êtres inférieurs ; mais sous la forme filamenteuse elles ont de bonne heure attiré l'attention.

Les anciens les confondaient, sous le nom de Conferves, avec toutes les autres Algues filamenteuses. Ils n'avaient du reste pas manqué de leur faire jouer un rôle dans la matière médicale. Nous les trouvons signalées pour la première fois par Pline, qui donne l'étymologie du mot *Conferva* et fait remarquer que les Conferves diffèrent essentiellement des Mousses [1]. Il préconise du reste leurs vertus médicales dans les cas de fracture des membres [2], ce qui a sa raison d'être, les Conferves pouvant agir

[1] Pline ; *Hist. nat.*, liv. 27, chap. VIII : «Peculiaris est Alpinis maxime fluminibus conferva appellata a conferruminando, spongia aquarum dulcium, verius quam muscus aut herba villosæ densitatis atque fistulosæ.»

[2] *Loc. cit.*

comme corps spongieux imbibé d'eau. Mais il entre dans le domaine de la fantaisie quand il vante leur emploi contre les fièvres tierces ; le mode d'administration est d'ailleurs assez singulier pour que nous le signalions : l'herbe doit être recueillie dans les ruisseaux ou les rivières avant le lever du soleil et sans que personne voie celui qui la ramasse ; elle doit être placée autour du bras gauche, et surtout l'on doit faire en sorte que le malade ne sache pas ce qu'il en est [1].

L'emploi médical des Conferves a dû se perpétuer à travers tout le moyen-âge jusqu'à l'époque moderne. On le trouve en effet signalé çà et là, et en 1803 le P. Wulfen, dans sa *Cryptogamia aquatica* [2], rapporte encore quelques succès obtenus par les médecins ou les empiriques de son temps dans le traitement des blessures et des brûlures par l'emploi des Conferves à l'extérieur.

Au point de vue botanique, il faut passer de Pline à Tournefort pour trouver la mention des Conferves. L'auteur des *Institutiones rei herbariæ* en signale quelques-unes, mais il les confond dans un même groupe avec les Corallines, les Mousses et les Sertulaires.

Dillenius [3] sépare les Conferves d'avec les Mousses en se basant sur leur forme filamenteuse et décrit quarante-huit espèces.

Linné se borne à copier les travaux antérieurs.

O.-Fr. Müller [4] décrit et figure plusieurs espèces de Conferves, et parmi elles on remarque des Conjuguées comme le *Spirogyra jugalis*, dont il trouve quelques filaments remplis de zygospores, mais sans reconnaître le phénomène de la conjugaison.

Roth [5] ajoute quelques observations nouvelles.

Enfin Vaucher [6] fait faire à la connaissance de ces plantes un

[1] *Loc. cit.*, liv. 24, chap. 19.

[2] *Arch. de Botanique de Rœmer*, pag. 10, cité dans Ducluzeau, Conferves de Montpellier, 1805.

[3] Dillenius ; Historia muscorum, 1741,

[4] O.-Fr. Muller ; *Nova acta Petropolit.*, 1785, pars 3, pag. 89, et Flora Danica.

[5] Roth ; *Catalecta botanica*, 1797.

[6] Vaucher ; Hist. des Conf. d'eau douce, 1803.

pas considérable en découvrant leur mode de reproduction. Grâce à celle-ci, il peut diviser les Conferves en groupes naturels, parmi lesquels nous trouvons les *Conjuguées* parfaitement définies.

Depuis ce moment, l'étude des Conjuguées, telles que les comprenait Vaucher, c'est-à-dire des Conjuguées conferviformes, fait de rapides progrès avec Agardh, Meneghini, Kützing, Hassall, Clève, de Bary.

L'étude des Desmidiées suit au début une marche distincte. La constitution unicellulaire de ces plantes, la forme si différente et si élégante de leurs cellules, leur avaient donné une place à part dans la classe des Algues ; les mouvements qu'elles présentent parfois les avaient même fait considérer par les premiers observateurs comme des animalcules que l'on rattachait aux Infusoires (Ehrenberg). Agardh, Lyngbye, Smith, Ehrenberg, Bory, Corda, se sont occupés les premiers de leur étude descriptive.

Les travaux qui, après ceux des premiers observateurs, ont le plus contribué à faire connaître la morphologie des Conjuguées, ne sont pas très nombreux.

Ralfs, Nægeli, Braun, Pringsheim, firent quelques observations sur la reproduction, la division et la germination de ces plantes.

M. de Bary, en 1858, complétant les travaux de ses devanciers, fit connaître les principaux traits de leur organisation et de leur mode de reproduction. Il n'a guère laissé pour ses successeurs que quelques points de détail à élucider.

M. Wittrock dit le dernier mot sur la reproduction des Mésocarpées.

M. Strasburger comprend dans ses travaux sur la cellule végétale l'étude de quelques Conjuguées.

Enfin l'étude de l'histologie des chromoleucites par M. Schmitz, du noyau des *Spirogyra* par M. Tangl, de la division des *Closterium* par M. Fischer et M. Schaarschmidt, ajoutent de nouvelles notions à la connaissance de cette famille, en même temps que des documents fort importants pour l'histoire de la cellule en général. Les travaux descriptifs sont beaucoup plus nombreux.

L'Angleterre, qu'honorent généralement les plus remarquables travaux de zoologie et de botanique systématiques, a trouvé dans Harvey, Archer, Hassall, Ralfs et Cooke des monographes à qui nous devons les études les plus complètes sur ce groupe.

L'Allemagne a vu naître aussi les travaux importants de Kützing, complétés par ceux de Reinsch, de Bary, Grunow, souvent contrariés par ceux de Rabenhorst.

Les contrées septentrionales de l'Europe (péninsule Scandinave, Finlande, Spitzberg, Nouvelle-Zemble), explorées plus tard, sont peut-être mieux connues, grâce aux recherches de Clève, Areschoug, de MM. Nordstedt, Wittrock, Kjellman, Lundell, Wille, Elfving, Lagerheim.

Les grands travaux de Brébisson sur la Normandie, les recherches de MM. Mougeot et Lemaire sur les Vosges, et de M. Petit sur les *Spirogyra* et les Desmidiées de Paris, renferment jusqu'à présent les seules données que l'on ait sur la flore de France.

L'étude de la flore italienne par MM. Meneghini, de Notaris, Nordstedt et Wittrock; celle des États-Unis par Bailey, MM. Wolle et Wood ; du Brésil, de la Nouvelle-Zélande et des Iles Sandwich par M. Nordstedt, complètent le tableau de nos connaissances sur la distribution géographique des Conjuguées.

Malgré le grand nombre de travaux parus, on ne connaît pas encore d'une manière précise les lois qui régissent la distribution des Conjuguées à la surface du globe. On sait d'une manière générale quelles sont les stations préférées de ces plantes ; on sait aussi que l'aire des espèces est très étendue ; mais on n'a pas recherché quelle influence le climat ou la nature chimique des eaux peuvent avoir.

J'ai pensé que l'étude des Conjuguées du midi de la France, outre l'intérêt qu'elle présenterait en faisant connaître une portion encore ignorée de la flore de notre pays, pourrait me fournir en partie la solution de ces problèmes. Dans ce but, j'ai choisi comme champ de mes études, non plus les limites arbitraires d'une circonscription administrative, mais une région où les conditions climatériques et minéralogiques fussent le plus va-

riées, et c'est pour ce motif que mes études se sont étendues des bords de la Méditerranée jusqu'aux premiers contreforts du Massif central, de 0 à 1,400 mètres d'altitude.

J'ai cru devoir placer en tête de ce travail une description succincte des caractères morphologiques de la famille, basée sur les travaux antérieurs et sur mes recherches personnelles. Enfin, dans un chapitre spécial, je développe la manière dont je comprends la division des Conjuguées en genres. Le nombre des genres que l'on a créés successivement est extrêmement considérable. Tous les auteurs qui se sont occupés de cette famille avant M. de Bary ont établi de nouvelles coupes génériques basées le plus souvent sur des caractères de peu de valeur, tels que la forme des cellules. Les observations de M. de Bary ont ramené l'ordre dans ce chaos et fixé l'état de la question. Cependant l'étude de plus en plus approfondie du contenu cellulaire et des chromoleucites en particulier a permis de parfaire l'œuvre de M. de Bary ; déjà M. Wittrock pour les Mésocarpées, M. Lundell pour les Desmidiées, ont introduit quelques modifications ; les observations nombreuses que j'ai faites sur l'organisation cellulaire des Conjuguées m'ont démontré que l'on n'a pas encore tenu assez de compte de la forme des corps chlorophylliens. Je considère, pour ma part, le chromoleucite comme devant fournir le caractère dominateur, le *caractère primaire uniforme* d'A.-L. de Jussieu, tandis que la forme des cellules n'a que la valeur d'un *caractère secondaire presque uniforme*. Ces deux données, ainsi subordonnées, m'ont paru suffire pour grouper les Conjuguées en genres très naturels.

Les recherches que ce travail a nécessitées ont été faites au Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences ; le travail lui-même a été entrepris sur les conseils et sous la bienveillante direction de M. Flahault. Que cet excellent Maître reçoive ici le témoignage de ma plus vive gratitude.

PREMIÈRE PARTIE.

ÉTUDE GÉNÉRALE DE LA FAMILLE DES CONJUGUÉES.

I. — STRUCTURE ET ACCROISSEMENT DU THALLE.

Le thalle des Conjuguées est tantôt filamenteux, tantôt unicellulaire. Le cloisonnement ayant lieu transversalement et toujours dans le même sens, les cellules restent unies bout à bout chez les Zygnémées, les Mésocarpées et une partie de Desmidiées ; il arrive seulement que de loin en loin les cloisons le plus anciennement formées gélifient leur couche moyenne, et le filament unique primitif se dissocie successivement en filaments secondaires, tertiaires, etc. Chez le plus grand nombre de Desmidiées, au contraire, la dissociation suit de près l'apparition de la cloison, de telle sorte que les cellules sont associées deux à deux pendant quelque temps, puis libres et isolées jusqu'au moment où apparaît une nouvelle cloison.

La forme des cellules est très variable et généralement bien connue. J'ai résumé dans le tableau suivant les principales formes qu'affectent les divers genres [1] :

— Cellules ne présentant pas d'étranglement médian.

* Cellules associées en filaments.

Cellules cylindriques à cloisons simples : *Zygnema*, *Zygogonium*, *Spirogyra* (pro parte), *Sirogonium*, Mésocarpées, *Genicularia*, *Gonatozygon*.

Cellules cylindriques à cloisons transverses dédoublées en

[1] Dans toute la partie générale de ce travail, j'adopte les coupes génériques telles que les ont admises la plupart des auteurs depuis Ralfs et M. de Bary. On verra plus loin que j'ai cru devoir réduire le nombre des genres et modifier sur quelques points leurs limites.

deux lamelles qui s'invaginent dans chaque cellule voisine en formant un repli annulaire : *Spirogyra* (pro parte).

** Cellules libres.

Cellules cylindriques à sommets convexes, arrondis ou tronqués : *Cylindrocystis*, *Mesotænium*, *Penium* (pro parte), *Spirotænia*.

Cellules fusiformes, droites, à extrémités tronquées : *Penium* (pro parte).

Cellules fusiformes, plus ou moins courbées en croissant, quelquefois presque droites, à sommets tronqués ou aigus : *Closterium*.

— Cellules divisées par un étranglement en deux demi-cellules [1] symétriques.

* Cellules associées en filaments.

Cellules cylindriques ou cylindriques-doliiformes, à étranglement profond : *Hyalotheca*, *Bambusina*.

Cellules à section elliptique : *Sphærozosma*, *Spondylosium*, *Didymoprium*, *Aptogonum*.

Cellules à section 3-4-angulaire : *Desmidium*.

** Cellules libres.

Cellules cylindriques ou cylindriques-fusiformes à étranglement en général peu profond ; demi-cellules à sommet convexe, arrondi ou tronqué : *Pleurotænium*, *Docidium*, *Penium* (pro parte), *Cosmarium* sect. *Calocylindrus* de Bary.

Cellules cylindriques-fusiformes ; demi-cellules à sommet pourvu d'un sinus étroit, en forme de fente : *Tetmemorus*.

Cellules cylindriques à étranglement large et profond ; demi-cellules, vues de face, presque circulaires ou demi-circulaires, à bord entier ou denté : *Cosmarium* sect. *Dysphinctium* de Bary.

Cellules à section elliptique, à étranglement profond et le

[1] *Hemisomates* Brébisson.

plus souvent étroit; demi-cellules à bord entier ou denté : *Cosmarium, Arthrodesmus, Xanthidium.*

Cellules à section elliptique, à étranglement profond et toujours étroit; demi-cellules à bord plus ou moins profondément lobé : *Euastrum, Micrasterias.*

Cellules à section 3-4-5-angulaire, à étranglement profond, large ou étroit : *Staurastrum.*

L'état de la membrane cellulaire varie aussi beaucoup. Chez les Mésocarpées et la plupart des Zygnémées, elle est mince, mais elle acquiert une épaisseur considérable chez les *Zygogonium* terrestres.

Chez ceux-ci et dans tout le groupe des Desmidiées, on observe une gélification des couches externes: l'enveloppe de gelée est quelquefois très peu épaisse et difficile à constater; dans d'autres cas, elle est très considérable, et toutes les cellules issues d'une même génération restent alors réunies en amas gélatineux. L'association en colonies gélatineuses est la règle générale pour les Conjuguées qui habitent la terre humide ou les rochers suintants (*Zygogonium*, *Cylindrocystis*, *Mesotænium*); nous avons nous-même observé de telles colonies formées par les *Staurastrum punctulatum* et *Cosmarium Nægelianum* mêlés et par le *Penium curtum*.

Outre l'épaississement général que nous avons signalé, la membrane offre des épaississements localisés qui constituent, tantôt des stries (*Closterium striolatum*, etc., *Penium margaritaceum*), tantôt des ponctuations, des verrues, des pointes ou des aiguillons simples ou divisés.

La membrane est toujours incrustée de matières minérales. Ce fait a été constaté par M. de Bary chez les Desmidiées ; des cellules de grosses Clostéries calcinées ont laissé un squelette conservant la forme de la cellule, et auquel l'auteur attribue avec doute une nature siliceuse.

J'ai fait une recherche semblable sur les cellules des Zygné-

mées, afin de déterminer la proportion de matières minérales et aussi la quantité d'eau que renferment leurs cellules. Les chiffres que j'ai obtenus sont : pour l'eau 91,3 °/₀ en moyenne, et pour les cendres 1,5 °/₀ des cellules vivantes, ou 20,68 °/₀ des cellules desséchées. Un essai qualitatif m'a montré que les cendres sont composées surtout de carbonate de chaux, d'une faible quantité de sulfate de chaux et d'une très petite proportion d'un résidu insoluble, probablement de silice.

Les cellules des Conjuguées renferment toujours un protoplasma creusé de vacuoles, un noyau et un ou plusieurs chloroleucites. Le protoplasma forme une couche mince continue à la face interne de la membrane (couche protoplasmique pariétale [1]) ; cette couche renferme dans certains cas les chloroleucites, mais dans d'autres cas ceux-ci sont situés au centre de la cellule et enveloppés d'une mince couche protoplasmique qui se relie à la couche pariétale par des filets attachés surtout aux points saillants des corps colorés. Une pareille couche protoplasmique enveloppe le noyau et se continue directement par ses deux extrémités à la couche périchlorophyllienne, quand les chromoleucites sont situés au centre de la cellule ; quand ceux-ci sont plongés dans la couche pariétale, la couche périnucléaire émet des filets qui s'attachent à la couche pariétale, mais seulement aux points saillants qui entourent les chromoleucites.

Le protoplasma présente, comme dans toutes les cellules pourvues de grandes vacuoles, des mouvements de circulation observés pour la première fois par Brébisson.

Le noyau est toujours situé au centre de la cellule, et quand celle-ci est divisée par un étranglement médian, il est placé au niveau de cet étranglement. Il a une forme lenticulaire ; sa masse est finement granuleuse et il ne renferme qu'un nucléole.

[1] *Utricule primordiale* des anciens botanistes.

Les chromoleucites[1] constituent pour les plantes de la famille des Conjuguées un caractère des plus remarquables et qui suffit pour les distinguer de presque toutes les autres Algues : les Conjuguées possèdent toujours des chloroleucites de grande dimension et peu nombreux (1, ordinairement 2, 3, 4-8) dans chaque cellule.

Leur structure, presque inconnue jusqu'à ces derniers temps, a été dévoilée par M. Schmitz[2]; les recherches étendues auxquelles je me suis livré, sur plus de 130 espèces, m'ont permis de généraliser les résultats obtenus par cet auteur.

Les chromoleucites des Conjuguées présentent toujours deux parties à considérer : la masse fondamentale et les pyrénoïdes. Le nombre des pyrénoïdes que peut renfermer la masse fondamentale est en rapport avec la forme de celle-ci.

Avant d'étudier la structure des chromoleucites, je dois faire une étude comparée des formes qu'ils peuvent revêtir. Ces formes ont été vues, dès le début, chez les Zygnémées et les Mésocarpées. Chez les Desmidiées, il est le plus souvent difficile de les observer sur les plantes vivantes. Leur étude, à peine effleurée d'abord, a été réellement commencée par Nægeli[3], qui fonda sur elle une partie de ses coupes génériques, et poussées beaucoup plus loin par M. de Bary[4]. L'emploi de la solution saturée d'acide picrique, qui contracte légèrement les corps protoplasmiques sans les déformer et fait disparaître les granulations ou gouttelettes qui remplissent le protoplasma, m'a permis de préciser les formes variées que revêtent ces organes, mieux qu'on n'avait pu le faire jusqu'ici.

Le tableau suivant résume toutes mes observations combinées avec celles de mes prédécesseurs :

[1] *Chromatophores* de M. Schmitz, *corps chlorophylliens* des anciens auteurs.

[2] Fr. Schmitz ; Die Chromatophoren der Algen, *Verhandl. d. natur hist. Ver. d. preuss. Rheinl. und Westph.*, 40e année, 1883, traduit dans la *Revue des Sciences nat.*, 3e série, tom. II, no 3, pag. 301.

[3] Nægeli; Gattungen einzelliger Algen. Zurich, 1849

[4] De Bary; Conjugat. Leipzig, 1858.

A. — Chloroleucites axiles.

a. — Chloroleucites en étoiles.

Type des Zygnema. — Deux étoiles reliées par le noyau et formées d'une masse centrale qui renferme un seul pyrénoïde, et d'où se détachent des prolongements radiés dont l'extrémité plonge dans la couche protoplasmique pariétale, ou bien lui est reliée par des filets protoplasmiques, quand elle est trop éloignée (Pl. VI, *fig.* 1 ; Pl. IX, *fig.* 1) : *Zygnema, Zygogonium, Cylindrocystis.*

b. — Chloroleucites en plaques.

Type des Mougeotia. — Une plaque coupant longitudinalement le cylindre cellulaire en deux parties égales, pourvue quelquefois sur l'une de ses faces d'un bourrelet longitudinal qui a pour but d'accroître la surface verte.

Un seul pyrénoïde : *Mesotænium.*

Une série de pyrénoïdes : *Mougeotia* (Pl. VIII, *fig.* 4), *Gonatonema*, *Gonatozygon.*

Type des Micrasterias.—Dans chaque demi-cellule, une grande plaque dont les faces sont parallèles aux grandes faces de la cellule et dont les bords présentent des découpures correspondant aux lobes de la cellule ; entre l'extrémité des lobes et la paroi cellulaire, une grande vacuole traversée par les filets qui relient la couche protoplasmique pariétale à la couche périchlorophyllienne (Pl. VI, *fig.* 3) ; sur chaque face du chromoleucite, dans les cellules un peu épaisses, deux bourrelets saillants qui suivent les bords du lobe médian de la cellule (Pl. VI, *fig.* 5). Pyrénoïdes en nombre indéfini et irrégulièrement épars : *Micrasterias.*

c. — Chloroleucites en bandelettes radiées.

Type des Penium. — Dans chaque demi-cellule, un chromoleucite formé par un nombre indéterminé (4–16) de bandelettes rayonnant autour d'un axe central renfermant un ou plusieurs pyrénoïdes :

Plusieurs pyrénoïdes, rarement un (dans les cellules courtes) : *Penium*, *Docidium*, *Closterium*. Dans les petites espèces de *Closterium*, les deux chromoleucites sont souvent réunis en un seul et le noyau est logé dans une échancrure latérale.

Un seul pyrénoïde : *Hyalotheca*, *Dysphinctium*.

Dans les grandes espèces de *Dysphinctium* (*D. connatum*), chaque demi-cellule renferme deux chromoleucites voisins de l'axe.

Type des Euastrum.— Dans chaque demi-cellule, un chromoleucite formé par un axe court qui renferme un seul pyrénoïde et d'où se détachent autant de paires de bandelettes rayonnantes qu'il y a d'angles à la cellule ; les bandelettes de chaque paire se dirigent vers les angles en convergeant l'une vers l'autre (Pl. VI, *fig.* 19 ; Pl. VII, *fig.* 8).

Deux paires opposées de bandelettes (cellules elliptiques) : *Euastrum*, *Cosmarium*, *Arthrodesmus*, *Sphærozosma*.

Trois, quatre ou cinq paires de bandelettes (cellules 3-4-5-gones) : *Staurastrum*.

Dans les grandes espèces d'*Euastrum* et de *Cosmarium*, il y a dans chaque demi-cellule deux chromoleucites voisins de l'axe et formés chacun de deux bandelettes convergeant vers le sommet de l'ellipse cellulaire et de deux bandelettes situées une sur chaque face du corps chlorophyllien, perpendiculaires aux faces cellulaires et se dirigeant vers le milieu de celles-ci en convergeant vers les bandelettes correspondantes de l'autre chromoleucite (Pl. VII, *fig.* 5). On observe parfois des formes intermédiaires (Pl. VII, *fig.* 4).

B. — Chloroleucites situés entre l'axe et la paroi.

Type des Desmidium. — Dans chaque demi-cellule, trois (dans les cellules triangulaires) ou quatre (dans les cellules elliptiques ou 4-angulaires) chromoleucites situés entre le centre et la paroi, opposés aux faces de la cellule[1] et formés de deux bande-

[1] Nægeli les regardait comme opposés aux angles, et M. de Bary admet qu'ils peuvent se trouver dans les deux positions. Je les ai toujours vus opposés aux faces, ainsi que je l'indique.

lettes divergeant vers la paroi cellulaire ; au point d'intersection des bandelettes, un seul pyrénoïde (Pl. VIII, *fig.* 3) : *Aptogonum Didymoprium*, *Desmidium*.

C. — Chloroleucites pariétaux.

a. — Chloroleucites en plaques.

Type des Xanthidium. — Dans chaque demi-cellule, deux lames chlorophylliennes sur chacune des faces de la cellule, avec un ou plusieurs pyrénoïdes dans chaque lame, *Xanthidium*, *Staurastrum* sect. *Pleurenterium* Lund.

b. — Chloroleucites en rubans.

Type des Spirogyra. — Rubans étroits et diversement lobés sur leur bord, renfermant un grand nombre de pyrénoïdes et s'étendant d'un bout de la cellule à l'autre ou s'arrêtant à l'étranglement :

Rubans longitudinaux : *Pleurotænium*.

Rubans spiralés : *Genicularia, Spirotænia, Spirogyra*.

La masse fondamentale des chromoleucites, observée sur le vivant, paraît généralement homogène. Mais si on les traite par un réactif qui contracte faiblement le protoplasma sans le déformer et sans altérer les relations de ses diverses parties, par exemple par l'acide picrique en solution saturée, ils prennent un aspect finement poreux. Cette apparence poreuse n'est pas toujours uniformément accentuée, certaines portions du chromoleucite paraissant plus grossièrement poreuses que d'autres. Cette apparence paraît due à la structure intime des chromoleucites ; comme cela arrive fréquemment pour le protoplasma, la masse fondamentale des corps chlorophylliens est formée par des fibrilles anastomosées en un réseau à mailles plus ou moins étroites, excessivement étroites quand l'organe prend un aspect finement ponctué sous l'action de l'acide picrique, et moins serrées quand la structure apparaît plus grossièrement poreuse. On peut exagérer l'apparence réticulée des chromoleucites en les traitant par les réactifs contractants, tels que l'alcool ; la contraction est

si grande dans ce cas que les fibrilles sont en partie rompues et le corps chlorophyllien prend une structure nettement spongieuse. Pour distinguer ces divers états, l'emploi de forts grossissements est indispensable.

La chlorophylle imbibe à l'état de dissolution le chloroleucite; elle n'est pas combinée avec la substance protoplasmique de celui-ci, puisqu'on peut la séparer au moyen de dissolvants, tels que l'alcool, qui n'exercent aucune action chimique sur les matières albuminoïdes.

Les pyrénoïdes, découverts par M. Schmitz, apparaissent très bien sous l'action de l'acide picrique. Les chloroleucites des Conjuguées en possèdent constamment, ainsi que nous l'avons vu, et on les trouve toujours entourés d'une enveloppe de grains d'amidon. Si on les observe sur un chromoleucite vivant, ils apparaissent sous orme d'un épaississement sphérique, de couleur plus foncée que la masse du chromoleucite (Pl. VI, *fig.* 1, 2, etc.) ; sous cette apparence, on les avait pris autrefois pour des granulations de chlorophylle, pour des grains d'amidon (de Bary) et même pour des graines reproductrices de la plante (O.-F. Muller). Mais si on traite les cellules par l'acide picrique, la structure de ces corps apparaît très nettement, l'enveloppe de grains d'amidon se distinguant alors très bien du pyrénoïde.

Les pyrénoïdes sont sphériques, de très faibles dimensions (0,5 à 1,5 μ), formés d'une substance incolore, plus dense et plus réfringente que la masse du chloroleucite. M. Schmitz les suppose constitués par une matière semblable à la chromatine du noyau ; dans tous les cas, ils offrent le même aspect que le nucléole, et se comportent comme lui avec les réactifs. M. Schmitz a cru pouvoir conclure de ces analogies anatomiques à une homologie morphologique et physiologique entre ces deux organes, le chromoleucite pouvant être lui-même considéré comme l'homologue du noyau. Mais cette comparaison n'est pas suffisamment prouvée, et nous verrons que la division des chromoleucites ne ressemble pas à la division du noyau. M. Meyer[1], se basant sur

[1] *Botanische Zeitung*, 1883, pag. 490.

l'analogie des réactions chimiques, regarde les pyrénoïdes comme homologues des cristalloïdes des plantes supérieures.

Autour du pyrénoïde on trouve presque toujours une enveloppe de grains d'amidon. Ces grains naissent dans les parties du chromoleucite qui entourent immédiatement le pyrénoïde ; ils apparaissent sous forme de petits grains, d'abord isolés, qui grossissent peu à peu et finissent par se toucher en formant une enveloppe continue autour du pyrénoïde. Sur le vivant, les deux parties se distinguent à peine sur certains sujets pris dans les conditions les plus favorables. Mais sur des sujets durcis par l'acide picrique, on voit le pyrénoïde entouré d'un bourrelet sphérique, tous deux tranchant par leur éclat sur la masse sombre du chromoleucite. L'emploi de forts grossissements permet de constater que ce bourrelet n'est pas continu, mais qu'il est divisé en grains d'inégale grosseur ; l'épaisseur du bourrelet n'est même pas partout uniforme.

Mais par ce moyen les grains d'amidon, vus seulement à travers la substance du chromoleucite, n'apparaissent pas avec leurs dimensions réelles, et l'on n'observe l'amas d'amidon lui-même qu'en coupe optique.

Un procédé bien simple permet d'isoler l'amas d'amidon : il suffit de laisser quelques minutes des filaments de *Spirogyra*, par exemple dans l'acide acétique légèrement étendu et de les examiner après les avoir lavés à l'eau pure ; l'acide acétique, dissolvant complètement le protoplasma et partiellement les chromoleucites, laisse à nu les amas d'amidon, qui se conservent en place et entièrement intacts si on ne prolonge pas le contact de l'acide et si on opère avec précaution. On voit ainsi que les amas d'amidon sont formés de grains irrégulièrement elliptiques, atteignant 1-2μ au plus, n'offrant, à cause de leurs faibles dimensions, ni noyau, ni stries concentriques, et formant une enveloppe sphérique autour du pyrénoïde (Pl. IX *fig.* 2).

Au point de vue chimique, l'amidon des Conjuguées se comporte comme l'amidon des végétaux supérieurs ; il bleuit par l'iode, se dissout dans les acides minéraux, etc.

L'amidon ne se forme pas du reste exclusivement autour des pyrénoïdes ; on en trouve des grains isolés dans les grands chromoleucites : M. Schmitz en a trouvé dans la plaque chlorophyllienne des *Mougeotia*, M. de Bary dans le corps chlorophyllien du *Penium interruptum*.

Les pyrénoïdes ont-ils une influence quelconque sur la production des amas d'amidon ? Rien ne le prouve encore. On n'a aucune donnée sur la fonction qui est dévolue aux pyrénoïdes dans les chromoleucites.

On trouve fréquemment chez les Conjuguées, comme produit de l'activité cellulaire, des gouttelettes de matière grasse. Ces gouttelettes apparaissent à la surface des chromoleucites dans la couche protoplasmique périphérique, pour se répandre dans les autres parties du protoplasma toutes les fois que la plante se trouve dans des conditions défavorables, dans les cultures par exemple, ou que les cellules, soit végétatives, soit sexuées, passent à l'état de cellules durables. Je suis d'avis que cette matière grasse, non seulement se produit sous l'influence du chromoleucite, ainsi que le pense M. Schmitz, mais encore que celui-ci est le siège direct de leur formation : nées dans le sein du corps chlorophyllien, les gouttelettes suintent à travers les mailles du réseau qui constitue ces organes, et se répandent dans la cellule. A mesure que la matière grasse se produit et s'accumule, on voit l'amidon diminuer et disparaître entièrement. Quelle est la cause qui produit ainsi le changement d'état de l'aliment ternaire destiné à être mis en réserve ? Il est encore difficile de le dire ; on sait seulement que l'emmagasinement de matière grasse et l'absence d'amidon dans les cellules dormantes des Algues est un phénomène général.

On trouve enfin parfois, dans le liquide cellulaire des Conjuguées, des corpuscules mobiles de diverses natures. Chez les *Closterium* et les *Pleurotænium*, ce sont de petites tables rhombiques de sulfate de chaux toujours en mouvement dans une vacuole située à l'extrémité de la cellule, et tantôt sphérique, tantôt allongée,

conique (petits *Closterium*). Chez le *Penium interruptum*, c'est un grain arrondi, de nature chimique inconnue et immobile au milieu d'une vacuole sphérique.

A côté de ces corpuscules normaux, on trouve souvent, dans les cellules des Conjuguées, une grande quantité de très petits corpuscules qui remplissent le suc cellulaire. Je les ai observés dans les Zygnémées, les Mésocarpées et les Desmidiées les plus diverses ; je n'ai pu déterminer les conditions qui amènent leur formation. Leur nature chimique n'est du reste pas connue davantage.

L'accroissement du thalle se fait par la division des cellules dans un seul sens et l'accroissement des cellules-filles résultant de la division. Il aboutit, chez les Conjuguées filamentenses, à un allongement du filament et, subsidiairement, à la multiplication des filaments par rupture du filament primitif ; chez les Desmidiées à thalle dissocié, il aboutit à une simple multiplication du nombre des cellules constituant chacune un individu isolé.

Le phénomène de la division des cellules (*déduplication* Brébisson) est partout le même. Le noyau se divise [1] et la cloison se forme en direction centripète au niveau du plan de séparation des demi-cellules. Les chromoleucites se divisent en même temps que la cloison se forme, quand ils occupent toute la longueur de la cellule (*Spirogyra*, *Mougeotia*, *Gonatozygon*, etc...). L'acroissement des cellules-filles suit de près la division ; il se fait suivant deux modes généraux.

1. *Accroissement général.*— Chez les Zygnémées et les Mésocarpées, les cellules-filles s'accroissent par toute la surface de leur membrane ; les chromoleucites s'allongent dans le même temps, et cette croissance, à la fois terminale et intercalaire, s'accompagne d'un multiplication des pyrénoïdes ; ceux-ci s'allon-

[1] Voir, pour la division du noyau, les travaux de MM. Strasburger et Ed. Tangl, Uber die Theilung der Kerne der Spirogyra-Zellen. (*Anzeig d. Kais. Akad. d. Wiss.* Wien, 1882, n° 9.)

gent dans le sens de la longueur du chromoleucite, puis s'étranglent et se fragmentent ; les amas d'amidon suivent la division des pyrénoïdes et se partagent comme eux en deux amas plus petits.

Chez les *Zygnema*, l'accroissement des cellules-filles s'accompagne de la division de l'étoile unique que celles-ci renferment : le pyrénoïde se divise le premier, puis le chromoleucite s'étrangle progressivement, pendant que se multiplient les prolongements radiés par le dédoublement des rayons préexistants.

A mesure que la cellule s'accroît, le noyau se déplace et vient occuper sa situation normale.

Je signale encore comme cas particulier le dédoublement si connu de la cloison chez certains *Spirogyra*.

2 *Accroissement localisé*. — Ce mode d'accroissement, qui consiste en une véritable rédintégration (*réduplication* Brébisson), est particulier aux Desmidiées.

Après la formation de la cloison (*Cosmarium*, *Staurastrum*, etc.) ou quelquefois avant (*Closterium*, *Penium*), les couches externes de la membrane se déchirent, et un sillon annulaire apparaît au-dessus des points d'insertion du bord de la cloison. La suite du phénomène est connue : dédoublement de la cloison et formation d'un renflement sur la face de division des demi-cellules, déplacement, accroissement et division du chromoleucite, telle est en résumé la marche que suit la réduplication. Je ferai seulement remarquer que la division du chromoleucite, dans les cellules qui doivent en renfermer deux, ne se fait pas de la même manière, suivant que cet organe possède un ou plusieurs pyrénoïdes : dans le premier cas (*Euastrum* et genres voisins), le pyrénoïde unique se divise et le chromoleucite se sépare par étranglement en deux parties égales ; dans le second cas (*Closterium*, *Penium*, etc.), le chromoleucite se divise au voisinage de sa base par un étranglement progressif, et le fragment ainsi formé s'accroît par son extrémité opposée à la face de division, de manière à suivre la croissance de la nouvelle demi-cellule ; cet

accroissement s'accompagne d'une multiplication du pyrénoïde que renfermait le fragment.

A côté de ce mode général d'accroissement des cellules-filles chez les Desmidiées, on a signalé quelques cas particuliers qui ne sont qu'une modification peu importante du cas général : je signalerai simplement le cas du *Penium interruptum* et des espèces voisines étudié par M. de Bary et revu par M. Schaarschmidt [1] sur le *Closterium intermedium*, ceux des *Hyalotheca*, des *Bambusina* et des *Desmidium* observés par M. de Bary, et enfin le cas des *Closterium* signalé par M. Fischer [2]. J'ajouterai seulement que le mode de division et d'accroissement observé par ce dernier chez quelques *Closterium*, ne saurait être généralisé et étendu à toutes les espèces de ce genre : il n'existe que chez les espèces dont la membrane épaisse et silicifiée est presque toujours pourvue de stries longitudinales et coupée par une ou plusieurs stries transversales ; je ne l'ai pas observé chez les espèces à membrane mince et unie, qui suivent le mode général de division et d'accroissement.

II. — REPRODUCTION ET DÉVELOPPEMENT.

Les Conjuguées ne possèdent pas de reproduction asexuée habituelle. La transformation des cellules végétatives en cellules durables ne saurait être comparée à une reproduction. Cette transformation n'apparaît pas comme un phénomène constant et normal, mais comme un phénomène accidentel, produit sous l'influence de conditions défavorables.

Si, chez certaines espèces, on trouve une véritable reproduction agame, celle-ci se fait toujours au détriment de la reproduction sexuée. Les divers cas observés n'ont pas la même signification : les uns ont la valeur d'une véritable agamie, les autres

[1] J. Schaarschmidt ; A Closterium intermedium Ralfs oszlasa. (*Magy. Növenytani lapok*, V, 1881, pag. 3-6).

[2] A. Fischer : Uber die Zelltheilung der Closterien. (*Botanische Zeit.*, 1883.)

se rattachent simplement aux phènomènes de parthénogénèse observés si souvent chez les végétaux.

1. *Parthénogénèse.* — La formation de spores sans conjugaison, chez des plantes où la reproduction sexuée existe normalement, a été observée çà et là.

M. Wittrock[1] a vu dans le *Mougeotia calcarea* Wittr. des cellules émettre un prolongement connecteur et, n'ayant pas trouvé de voisine, développer leur contenu en une parthénospore. Le même savant a pu constater chez le *Mougeotia genuflexa* Ag. que parfois la conjugaison latérale commençait régulièrement ; mais, la cloison des tubes connecteurs ne se résorbant pas, il se formait deux parthénospores géminées. Je crois pouvoir rattacher au même cas le phénomène de la formation de spores doubles observé chez le *Cylindrocystis diplospora* et le *Penium didymocarpum* par M. Lundell[2].

J'ai trouvé chez le *Spirogyra longata* un phénomène plus anormal. Au milieu des filaments, conjugués régulièrement, une cellule avait contracté son contenu en deux masses distinctes, qui avaient continué à évoluer et étaient devenues deux parthénospores plus petites que les zygospores normales. Je n'ai pu suivre le développement de ces spores, mais il est probable qu'elles s'étaient formées après la division du noyau primitif en deux noyaux, autour desquels s'était réuni le contenu protoplasmique, également divisé. La présence de deux noyaux dans une seule cellule, bien qu'exceptionnelle chez les Conjuguées, n'est pas aussi rare qu'on pourrait le croire ; je l'ai observée notamment chez le *Spirogyra decimina*, où l'un des noyaux était à sa place normale, tandis que l'autre était près d'une des extrémités de la cellule.

2. *Apogamie.* — Une formation constante de spores sans conjugaison n'a été observée jusqu'ici que chez le *Spirogyra mira-*

[1] V. Wittrock; On the spore-formation of the Mesocarpeæ. (*Swensk. Akad. Handling.*, Band 5, n° 5, 1878.)

[2] Lundell ; De Desmidiaceis quæ in Suecia inventæ sunt observationes criticæ. Upsal, 1871.

bilis par M. de Bary, et chez les *Gonatonema ventricosum* et *notabile* par M. Wittrock. Chez les deux, la cellule végétative se transforme en spore durable par les mêmes procédés que l'œuf résultant de la fusion de deux cellules se transforme en zygospore.

Cette apogamie constante est-elle originelle ou acquise? On ne saurait, dans l'état actuel de la science, donner une réponse qui ne fût une pure hypothèse. On peut simplement admettre qu'elle n'est qu'une exception dans une famille où la reproduction sexuée est la règle générale.

La reproduction sexuée des Conjuguées est caractérisée par ce fait, que les cellules destinées à s'unir pour former l'œuf (Falkenberg les désigne par le nom de *Gamètes*) sont constituées par des cellules végétatives pas ou à peine modifiées ; qu'elles ne sont jamais mises en liberté, mais se réunissent par suite d'une communication qui s'établit entre les cavités de leurs cellules-mères : ce phénomène a reçu dès le début le nom de *conjugaison* [1].

La conjugaison se fait par des procédés variés, étudiés surtout par Morren, Ralfs, Braun, Smith et de Bary pour les Desmidiées ; par MM. de Bary et Wittrock pour les Mésocarpées, et par Müller, Vaucher, Kützing, Hassall et de Bary pour les Zygnémées. Je ne répéterai pas les descriptions détaillées qu'en ont données ces auteurs. Je montrerai, sous forme de tableau, les modifications progressives que subit le phénomène, de manière à mettre en évidence les affinités qui relient les plantes de la famille qui m'occupe, en tenant compte de mes observations personnelles.

I. Desmidiées. — La conjugaison paraît avoir lieu entre cellules-sœurs provenant d'une cellule récemment divisée (Desmidiées unicellulaires), ou entre cellules consécutives d'un même filament dissocié (Desmidiées filamenteuses).

[1] Conjugation, copulation al. auct.

Quel que soit le mode de réunion des cellules, le mélange des protoplasmas se fait toujours de la même manière : les deux couches protoplasmiques pariétales se confondent en une seule, les sucs cellulaires se mêlent et les deux noyaux se fusionnent[1]; puis les chromoleucites se disposent symétriquement, sans se confondre, autour du noyau définitif. L'œuf ainsi constitué subit une légère contraction.

1. La membrane des cellules se déchire annulairement au niveau du plan de séparation des demi-cellules, et les contenus cellulaires, revêtus de la couche interne molle de la membrane, s'échappent, sans se contracter, sous forme d'un prolongement arrondi à l'extrémité, dans lequel ne pénètrent d'abord que la couche protoplasmique pariétale et le suc cellulaire, mais qui se renfle de plus en plus à mesure que la cellule s'échappe.

— Les deux cellules ne se réunissent qu'après leur complète sortie de l'enveloppe externe : *Gonatozygon*.

— La sortie et la réunion des cellules se font en même temps et rapidement : *Closterium juncidum*, *striolatum*.

— La réunion des cellules se fait, dès l'émission des prolongements, sous forme de tubes copulateurs qui s'accroissent et s'arrondissent en demi-sphères à mesure que la cellule sort : *Euastrum*, *Cosmarium*, *Staurastrum*, *Micrasterias*, *Sphærozosma*, *Docidium*, *Pleurotænium*, *Xanthidium*, *Penium*, *Closterium* pro parte.

L'œuf continue à occuper la cavité sphérique des deux cellules conjuguées et la mince membrane de ces dernières devient, dans la suite du développement, la membrane externe (*exospore*) de la zygospore.

Chez le *Closterium lunula* et les *C.* voisins, la conjugaison a lieu entre deux cellules nouvellement divisées et dont les moitiés

[1] J'ai pu constater l'existence d'un noyau unique dans les œufs de l'*Euastrum pseudobotrytis* dont j'ai suivi le développement (Pl. I, *fig.* 19) et dans les zygospores du *Zygnema cruciatum* (Pl. III, *fig.* 7). Cette observation, ajoutée à ce qu'on sait aujourd'hui sur les phénomènes de la reproduction, m'autorise à affirmer la fusion des noyaux des cellules conjuguées.

jeunes n'ont pas acquis tout leur accroissement ; l'émission du contenu se fait par une ouverture circulaire qui se forme dans la paroi de la jeune moitié.

2. La membrane des cellules se renfle sur l'une de ses faces en un tube copulateur véritable. Après la résorption des parois, le contenu protoplasmique des deux cellules se détache de la paroi sans se contracter, et la conjugaison a lieu.

— La conjugaison se fait dans le tube copulateur très large : *Closterium parvulum*, *rostratum*, *setaceum*, etc.; *Desmidium*, *Hyalotheca*.

— La conjugaison se fait dans l'une des cellules conjuguées, où se rend le contenu protoplasmique de l'autre cellule : *Didymoprium*.

L'œuf subit une faible contraction et s'enveloppe d'une membrane propre, distincte de la membrane des cellules-mères.

En résumé, ce qui caractérise la reproduction des Desmidiées, c'est la formation des œufs sans contraction préalable, sans rénovation du contenu des cellules conjuguées ; les gamètes sont des cellules végétatives n'ayant subi aucune modification.

II. Mésocarpées. — La conjugaison a lieu d'ordinaire entre cellules appartenant à des filaments différents, quelquefois entre cellules consécutives du même filament.

Les cellules se réunissent en une seule, au moyen de tubes connecteurs formés par le renflement d'une portion quelconque de la paroi cellulaire. Une partie du protoplasma, les noyaux et les chromoleucites se dirigent vers le tube copulateur, de plus en plus renflé : il y a fusion des noyaux et des chromoleucites. Des cloisons prennent naissance, séparant une cellule médiane où se trouvent réunis le noyau et le protoplasma coloré, et qui devient l'œuf.

— Deux cloisons naissent dans le tube copulateur, divisant la cavité des deux cellules copulées en trois cellules-filles : *Mougeotiæ mesocarpicæ* Wittr.

— Quatre cloisons obliques naissent dans les cellules primitives au-dessus et au-dessous des tubes copulateurs, séparant la

cavité des cellules conjuguées en cinq cellules-filles : *Mougeotiæ staurospermicæ* (Pl. III, *fig.* 4, 5).

— Trois cloisons se forment d'un côté comme chez les *Mesocarpus*, de l'autre comme chez les *Staurospermum*, divisant la cavité des cellules conjuguées en trois cellules filles : *Mougeotiæ plagiospermicæ*.

Comme chez les Desmidiées du premier groupe, l'œuf n'a pas de membrane propre, la membrane du tube copulateur devenant l'exospore.

En résumé, les Mésocarpées se distinguent des Desmidiées en ce que les cellules reproductrices subissent une rénovation partielle, en ce qu'il y a fusion des chromoleucites, et elles diffèrent en particulier des Desmidiées du premier groupe en ce que l'œuf n'occupe qu'une partie de la cavité des cellules-mères.

III. Zygnémées. — La conjugaison a lieu entre cellules de filaments différents ou quelquefois du même filament. Le mode de conjugaison varie, mais toujours le contenu des cellules reproductrices subit une rénovation totale, le protoplasma de chaque cellule se détachant de la paroi et se contractant avant de se réunir au protoplasma opposé.

1. La conjugaison se fait au moyen de tubes copulateurs entre cellules semblables ou ne différant que par des caractères extérieurs.

— Les deux gamètes sont égaux et font le même chemin, la conjugaison ayant lieu dans le tube connecteur ; les chromoleucites ne se fusionnent pas et se disposent symétriquement autour du noyau unique de l'œuf : *Zygogonium* Ktz.

— Le protoplasma contracté de l'une des cellules (cellule mâle) se déplace seul, la conjugaison a lieu dans l'autre cellule, qui devient l'enveloppe de l'œuf (cellule femelle) ; il n'y a pas fusion des chromoleucites. Dans ce cas et les cas suivants, lorsque la conjugaison a lieu entre filaments différents, l'un des filaments joue exclusivement le rôle mâle, l'autre renfermant toujours les œufs : *Zygnema*.

— La conjugaison a lieu comme dans le cas précédent, mais les chromoleucites spiralés se fusionnent bout à bout et s'enroulent étroitement autour du noyau : *Spirogyra* pro parte (*Sp. longata*, etc.).

— Avant de conjuguer, la cellule femelle se dilate et prend une forme renflée caractéristique pour les diverses espèces : *Spirogyra* pro parte (*Sp. inflata*, *quadrata*, etc.).

— Les cellules mâles émettent seules un tube copulateur, dont l'extrémité s'applique à la surface de la cellule femelle préalablement renflée : *Spirogyra conspicua* (Pl IV, *fig.* 5).

Cette espèce, que j'ai trouvée abondamment représentée dans les environs de Ganges, ne présente jamais, pas plus que la suivante, de conjugaison entre cellules d'un même filament. Il y a diœcie constante.

— La conjugaison a lieu comme dans les cas précédents ; mais, ainsi que l'ont montré MM. Clève et Wittrock, certaines cellules seules sont aptes à conjuguer : *Spirogyra punctata* Clève.

2. La conjugaison se fait sans tubes copulateurs, par la soudure directe des deux cellules géniculées ; les gamètes sont de dimensions différentes : *Sirogonium sticticum*. Lorsque les cellules sont réunies, la cellule femelle se cloisonne inégalement : il se forme une petite cellule qui reste stérile et une grande dont le protoplasma se contracte et devient l'oosphère ; en même temps, la cellule mâle, appartenant toujours à un filament différent, se divise en 2 ou 3 cellules-filles, dont l'une, plus grande, mais plus petite que la cellule femelle, donne naissance au gamète mâle. Celui-ci se glisse dans la cellule femelle et se fond avec l'oosphère.

L'œuf, par quelque procédé qu'il ait pris naissance, se transforme en zygospore durable par l'accumulation de matières grasses et par l'accroissement de son système protecteur. Trois enveloppes superposées se développent successivement : l'*exospore*, mince et transparente, tantôt lisse, tantôt pourvue de pointes et de piquants simples ou bi-trifurqués (beaucoup de Desmidiées) ;

la *mésospore*, plus épaisse, brune, lisse ou ponctuée ; et l'*endospore*, toujours mince et délicate.

Les affinités qui relient entre elles les plantes de la famille des Conjuguées découlent naturellement de l'exposé succinct que je viens de faire.

Les Desmidiées, où l'isogamie est encore complète, forment deux séries parallèles, différant entre elles par le mode de développement de la zygospore.

A la série qui a pour type le genre *Cosmarium* se rattachent les Mésocarpées : si la rénovation partielle des gamètes distingue ces dernières, la formation des membranes de l'œuf au moyen de la membrane des cellules-mères constitue un lien de parenté entre les deux groupes. Par la formation indépendante de l'œuf à l'intérieur des membranes des cellules-mères, les Zygnémées se relient aux Desmidiées de la série des *Desmidium*, et l'on peut même préciser en disant que les *Zygogonium*, et par suite les *Zygnema*, qui constituent évidemment un même genre, servent, dans la tribu des Zygnémées, de terme de passage ; chez les Desmidiées, le genre *Didymoprium* est l'intermédiaire direct entre celles-ci et les Zygnémées hétérogames.

La famille des Conjuguées offre encore un intérêt particulier au point de vue de la biologie générale des végétaux. On y voit apparaître, non seulement la sexualité elle-même, mais encore la différence entre les sexes. On trouve d'abord des plantes entièrement apogames (*Gonatonema*, *Spirogyra mirabilis*). Puis la sexualité apparaît sous la forme d'une réunion de cellules végétatives semblables (Desmidiées) ; chez les Mésocarpées, les cellules sexuelles sont identiques, mais se distinguent déjà des cellules végétatives par la rénovation partielle qu'elles subissent. Les *Zygogonium* sont encore isogames ; mais leurs gamètes se forment par rénovation totale. Enfin, la différence entre les sexes commence à apparaître avec les *Zygnema*, pour s'affirmer de plus en plus avec les *Spirogyra longata* et autres, le *Spirogyra inflata* , le *Spirogyra conspicua* et le *Spirogyra punctata*.

L'hétérogamie atteint son degré le plus élevé chez le *Sirogonium sticticum*, où, non seulement il y a une différence entre les cellules-mères des gamètes et le chemin parcouru par ces derniers, mais encore les gamètes eux-mêmes se distinguent par leurs dimensions.

Le moment est peut-être venu de déterminer quelles sont les affinités de la famille elle-même. Mais à part les Diatomées, qui se rapprochent des Desmidiées de la première série par le mode de reproduction, aucun autre groupe d'Algues ne se relie aux Conjuguées par des formes intermédiaires. L'analogie des phénomènes de la reproduction sexuée semble encore relier les Conjuguées aux Champignons du groupe des Zygomycètes ; mais la discussion d'une telle affinité m'amènerait à étudier la parenté des Champignons et des Algues, sujet qui a été abordé par de plus expérimentés que moi, et sur lequel on est réduit à de pures hypothèses.

Le développement des zygospores a été étudié : chez les Zygnémées et les Mésocarpées, par Vaucher, et plus tard par MM. Pringsheim, Cohn et de Bary ; chez les Desmidiées, par Morren, Hofmeister et de Bary.

La germination peut avoir lieu en automne si l'œuf a été formé précocement ; mais d'ordinaire elle a lieu au commencement du printemps dans les eaux des ruisseaux et des mares, et seulement au mois de juin dans les rivières.

Le développement se fait de deux manières un peu différentes.

1° *Desmidiées.* — Leur développement « est un premier pas vers le développement dissocié [1] ». Les deux membranes externes de la zygospore se déchirent, et le contenu s'échappe, enveloppé par la membrane interne : la cellule sphérique ainsi produite se revêt d'une nouvelle membrane à l'intérieur de la première, qui s'écarte peu à peu; la cellule divise ensuite en

[1] Van Tieghem; Traité de Botan,, pag. 950.

deux cellules-filles son contenu formé par les 4 chromoleucites et le noyau.

Les deux cellules-filles, d'abord hémisphériques, prennent la forme des cellules végétatives adultes (leur membrane reste lisse) et sont mises en liberté par la dissolution de la membrane de la cellule-mère. Elles commencent aussitôt à se multiplier par division ; mais les demi-cellules nouvelles, issues de cette division, sont plus grandes et leur membrane se couvre des ornements qui caractérisent sa forme adulte. La multiplication continuant ainsi, les cellules de la première génération ont toujours leurs moitiés disymétriques, tandis que les autres ont leurs demi-cellules semblables. L'œuf, en germant, produit donc chez les Desmidiées deux thalles adultes.

2o *Zygnémées* et *Mésocarpées*. — Le développement est associé ; l'œuf, en germant, ne produit qu'un thalle.

La zygospore s'ouvre et le contenu en sort sous la forme d'un filament unicellulaire revêtu par la membrane interne de la zygospore. Ce filament s'échappe entièrement et devient libre chez les *Zygnema* ; quand il a acquis une certaine dimension, il se divise en deux cellules qui continuent à s'accroître et à se diviser. Chez les *Spirogyra* et *Mougeotia*, une des extrémités du filament reste dans la spore et se sépare de l'extrémité libre par une cloison ; la cellule inférieure servira à fixer la plante dans son jeune âge, tandis que la cellule supérieure seule continuera à se diviser et à accroître le thalle.

Dans tous les cas, au moment de la germination, les matières grasses sont dissoutes et les chromoleucites reprennent leurs onctions.

III. — SYSTÉMATIQUE.

Fam. **CONJUGUÉES** Vaucher 1803, *Hist. nat. des Conf.*, pag. 37; de Bary 1858, *Untersuch. ub. d. Fam. d. Conjugat.*, pag. 67, Char. emend.

Thalle filamenteux ou unicellulaire ; chloroleucites de grandes dimensions et de formes variées, peu nombreux dans chaque

cellule, toujours pourvus d'un ou plusieurs pyrénoïdes. Œufs formés par la fusion de cellules sexuées immobiles et peu différenciées (conjugaison). Plantes des eaux douces et tranquilles.

Trib. I. **Desmidiées** Kützing 1833, *Synops. Diatom.*, pag. 591, ex parte ; de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 70, Char. emend.

Thalle filamenteux ou dissocié ; accroissement des cellules par réduplication ; cellules sexuées formées sans rénovation ; isogamie complète ; l'œuf, en germant, engendre deux thalles adultes.

A. Cellules libres.

α. Chromoleucites axiles.

Gen. 1. **Cylindrocystis** Meneghini 1838, *Cenn. sull. org.*, pag. 5 et 26 ; de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 74, Char. emend.

Cellules cylindriques, à sommets arrondis, non étranglées ou pourvues d'un étranglement très faible. Deux chromoleucites étoilés, pourvus d'un seul pyrénoïde et reliés par le noyau. Zygospores tétragones ou sphériques.

Cellules souvent associées en colonies gélatineuses.

Le *Cylindrocystis diplospora*, trouvé par M. Lundell en Suède, offrant un faible étranglement médian, il a fallu modifier légèrement la diagnose donnée par M. de Bary, qui ne connaissait que des espèces à cellules non étranglées.

Gen. 2. **Mesotænium** Nægeli 1849, *Gattungen einzellig. Alg.*, pag. 108 ; de Bary, *Untersuch.*, pag. 74, Char. emend.

Cellules cylindriques, à sommets arrondis, non étranglées. Chromoleucite unique, formé par une plaque axile, simple ou pourvue d'un bourrelet médian sur l'une de ses faces ; un ou deux pyrénoïdes. Zygospores quadrangulaires ou arrondies, inermes.

Cellules associées le plus souvent en colonies gélatineuses.

Gen. 3. **Micrasterias** Agardh 1827, *Neu. Gatt. v. Alg.*, pag. 642 ; Meneghini 1840, *Syn. Desm.*, pag. 214 ; non Ehrenberg.

Cellules comprimées, à contour circulaire ou elliptique, divisées en deux demi-cellules par un étranglement profond et étroit. Demi-cellules divisées en trois ou cinq lobes profonds ; lobe médian plus étroit, 1-3-5 sinué ; lobes latéraux divisés en lobes secondaires divisés eux-mêmes en lobules. Un chromoleucite dans chaque demi-cellule, formé par une plaque axile à bords lobés comme ceux de la cellule, portant parfois sur chaque face deux bourrelets parallèles ; pyrénoïdes en nombre indéfini et disposés irrégulièrement. Zygospores globuleuses pourvues de pointes simples ou 2-3-fides.

Gen. 4. **Euastrum** Ehrenberg 1832, *Entw. d. Infus.*, pag. 82, pro parte ; *Euastrum*, *Cosmarium* pro max. parte et *Arthrodesmus*, Ralfs 1844, *On Brit. Desmid.* ; *Euastrum* et *Cosmarii* sect. *Eucosmarium* et *Microcosmarium*, de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 72; *Euastrum, Cosmarium sens. strict.* et *Arthrodesmus*, Lundell 1871, *De Desmid.*, pag. 16, 24 et 54.

Cellules elliptiques ou oblongues, à section transversale elliptique, divisées par un étranglement plus ou moins profond et toujours étroit en deux demi-cellules à bord entier, ou lobé ou mucroné, à membrane tantôt glabre, tantôt couverte d'ornements variés. Dans chaque demi-cellule, un chromoleucite axile ou deux chromoleucites rapprochés de l'axe, formés chacun de quatre bandelettes rayonnantes et pourvus d'un seul pyrénoïde. Zygospores armées de piquants simples ou 2-3 furqués, rarement inermes.

Sect. 1. Auteuastrum. — *Euastrum* Ralfs *l. c.*; de Bary *l. c.*

Demi-cellules à bord divisé en trois ou cinq lobes ; lobe supérieur pourvu d'un sinus plus ou moins profond, large ou étroit.

Sect. 2. Cosmarium. — *Cosmarium* Corda 1835, *Alman. de Carlsbald*, pag. 205; Ralfs 1844, *On Brit. Desm.*, vol. XIV, pag. 391, pro max. parte ; *Cosmarii* sect. *Eucosmarium* et *Microcosmarium* b. *Cosmarium* de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 72; *Cosmarium sens. str.*; Lundell 1871, *De Desmid.*, pag. 24.

Demi-cellules à bord entier ou seulement denté, jamais sinué au sommet.

Sect. 3. ARTHRODESMUS. — *Arthrodesmus* Ehrenberg 1838, *Infus.*, pag. 149 ; Archer 1861, *Desmid.*, pag. 736, Char. emend ; Ralfs, *On Brit. Desmid.*; *Cosmarii* Sect. *Microcosmarium* a. *Arthrodesmus* de Bary, *Untersuch.*, pag. 72.

Demi-cellules à bord entier, prolongées latéralement en deux angles mucronés.

J'ai réuni les *Euastrum* vrais aux *Cosmarium*, à cause de l'identité des chromoleucites ; il existe en outre des espèces que leur forme rattache aussi bien au premier qu'au second de ces genres ; enfin les zygospores des deux sont identiques. Les deux genres avaient du reste été réunis à l'origine par Brébisson, sous le nom de *Cosmarium* ; M. de Bary les séparait, mais il reconnaissait que la première et la seconde section de son genre *Cosmarium* étaient très voisines des *Euastrum* ; Rabenhorst[1], appréciant le genre *Euastrum* Ralfs, a été amené à le considérer comme « un genre artificiel ne pouvant être réellement distingué du genre *Cosmarium* ».

Pour les mêmes motifs, j'ai conservé comme simple section du genre *Euastrum* les *Arthrodesmus*, que M. de Bary avait déjà réunis à cause de la similitude des chromoleucites et des zygospores. Au point de vue de la forme, les *Arthrodesmus* constituent un terme de passage vers les *Staurastrum* à angles mucronés ; on peut les considérer comme des *Staurastrum* elliptiques. La forme différente des chromoleucites et même des cellules m'a conduit à séparer des *Euastrum* les sections *Dysphinctium* et *Calocylindrus* de Bary, et les *Cosmarium* de la section *Pleurotæniopsis* Lundell.

Gen. 5. **Staurastrum** Meyen 1829, *Nova Acta*, vol. XIV, II, pag. 777 ; *Staurastrum et Didymocladon* Ralfs, *Brit. Desm.*, pag. 119 et 144 ; *Phycastrum*, *Stephanoxanthium*, *Asteroxanthium*

[1] Flora Europ. Alg., Sect. III, pag. 179.

pro parte Kützing, *Spec. Alg.*, pag. 78; *Goniocystis* (sect. *Trigonocystis*, *Staurastrum*, *Pentasterias*) Hassall, *Brit. freshw. Alg.*, pag. 349; *Staurastrum sens. str.* Lundell 1871, *De Desmid.*, pag. 56.

Cellules à étranglement profond et le plus souvent élargi ; demi-cellules à section 3-4-5-angulaire, à angles parfois prolongés. Dans chaque demi-cellule, un chromoleucite formé par un axe renfermant un seul pyrénoïde et d'où se détachent autant de paires de bandelettes radiées qu'il y a d'angles à la cellule. Membrane glabre ou couverte d'ornements variés. Zygospores sphériques, couvertes d'aiguillons simples ou plurifides.

Les *Staurastrum* peuvent être considérés comme des *Euastrum* dont les cellules ont une section polygonale et dont les chromoleucites prennent, par suite, une symétrie rayonnée.

La forme et la situation des chromoleucites m'ont fait séparer les espèces de la section *Pleurenterium* Lundell pour les attribuer au genre *Xanthidium*, auquel elles se rattachent le plus étroitement possible.

Gen. 6. **Dysphinctium** Nægeli 1849, *Gatt. einz. Alg.*, pag. 109, pro parte ; *Cosmarii* sect. *Dysphinctium* de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 72, Char. emend.; *Cosmarium* Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 91, 107, pro parte.

Cellules divisées par un étranglement assez large en demi-cellules presque sphériques ou hémisphériques ; membrane glabre ou couverte de verrues. Dans chaque demi-cellule, un chromoleucite axile ou deux chromoleucites rapprochés de l'axe, formés par un nombre indéfini de bandelettes rayonnant autour d'un axe renfermant un seul pyrénoïde.

Par leurs chromoleucites à bandelettes radiées plus ou moins nombreuses, mais toujours en nombre variable ; par leur pyrénoïde unique, même dans les grandes cellules, et par l'étranglement profond des cellules, les *Dysphinctium* forment un groupe intermédiaire entre les *Euastrum* et les *Penium*. Ils se rapprochent de ces derniers par la forme cylindrique des cellules, le nombre

indéfini des lamelles chlorophylliennes et la forme élargie de l'étranglement ; ils se relient aux *Euastrum* par la profondeur de l'étranglement, le pyrénoïde unique, et surtout par ce fait que l'accroissement de la dimension des cellules entraîne une déduplication longitudinale des chromoleucites. Cette parenté double et de valeur égale de chaque côté m'a porté à ériger cette section du genre *Cosmarium* de Bary en un genre distinct.

Gen. 7. **Penium** Brébisson 1848, in Ralfs, *Brit. Desmid.*, pag. 148 ; *Docidium*, Brébisson, l. c., pag. 155, pro parte ; *Netrium* et *Dysphinctii* sect. *Calocylindrus* et *Actinotænium* Nægeli *Gatt. einz. Alg.* (1849) ; *Penium*, *Tetmemorus* et *Cosmarium* pro parte Ralfs, *Brit. Desmid.*, pag. 91, 145, 148 ; *Penium*, *Tetmemorus* et *Cosmarii* sect. *Calocylindrus* de Bary, *Untersuch.*, pag. 72, 73.

Cellules cylindriques ou fusiformes non étranglées ou pourvues d'un étranglement très faible. Dans chaque demi-cellule, un chromoleucite formé par un nombre variable de bandelettes à bord entier ou dentelé, rayonnant autour d'un axe renfermant un ou plusieurs pyrénoïdes. Zygospores inermes ou pourvues de de piquants.

Sect. 1. Holopenium. — *Penium* Brébisson pro parte ; *Penium* a et b de Bary ; *Netrium* Nægeli.

Cellules dépourvues d'étranglement, à sommets entiers.

Sect. 2. Sphinctopenium. — *Penium* Brébisson pro parte ; *Docidium* Bréb. pro parte ; *Penium* c. et *Cosmarii* sect. *Calocylindrus* de Bary ; *Dysphinctii* sect. *Calocylindrus* et *Actinotænium* Nægeli.

Cellules pourvues d'un étranglement profond, à sommets entiers.

Sect. 3. Tetmemorus. — *Tetmemorus* Ralfs 1844., *l. c.*

Cellules pourvues d'un étranglement médian, à sommets divisés par un sinus étroit, en forme de fente.

Le genre *Penium* ainsi constitué renferme plusieurs types de

formes différentes au premier abord, mais se reliant toutes par la structure des chromoleucites et par la forme cylindrique plus ou moins atténuée de leurs cellules. L'affinité des *Penium* avec les *Calocylindrus* avait été déjà signalée par M. de Bary; mais la présence de zygospores armées chez le *Cosmarium* (*Calocylindrus*) *notabile* et d'un seul pyrénoïde chez tous les autres, lui avaient fait réunir les *Calocylindrus* aux *Cosmarium*. M. Lundell[1] ayant montré que les caractères fournis par les zygospores n'avaient pas une valeur absolue, M. Lagerheim[2] ayant trouvé à son tour un vrai *Penium* non étranglé (*P. acanthosporum*) avec des zygospores aiguillonnées, et les petites espèces de *Penium* n'ayant qu'un pyrénoïde par chromoleucite, je n'ai pas hésité à rapprocher des plantes qui avaient entre elles de si grands rapports.

Les *Tetmemorus* m'ont paru n'avoir comme genre pas plus de valeur que les *Euastrum* vis-à-vis des *Cosmarium*.

Gen. 8. **Closterium** Nitzsch 1817, *Beitr. z. Infus.*, pag. 60 et 67; Ralfs, *Brit. Desmid.*, pag 159; *Closterium* et *Stauroceras*, Kützing, *Spec. Alg.*, pag. 167; non Ehrenberg.

Cellules fusiformes, non étranglées, à extrémités atténuées, aiguës ou tronquées, plus ou moins courbées en croissant; membrane lisse ou striée. Dans chaque demi-cellule, un chromoleucite formé d'un nombre variable de bandelettes rayonnant autour d'un axe renfermant un nombre indéfini de pyrénoïdes; une vésicule à corpuscules mobiles à chaque extrémité. Zygospores sphériques, ovales ou polygonales.

Les *Closterium* ne se distinguent des *Penium* que par la forme des cellules et la présence des vésicules à corpuscules mobiles.

Gen. 9. **Docidium** Brébisson 1848, in Ralfs, *Brit. Desm.*, pag. 155; Lundell 1871, *De Desmidiac.*, pag. 4-6 et 88, Char. emend.

[1] De Desmidiaceis, 1871, pag. 2.

[2] Bidrag till Sveriges Algflora, 1883, pag. 51.

Cellules cylindriques, allongées, légèrement étranglées ; demi-cellules à base renflée et plissée longitudinalement. Chromoleucite formé de 2-4 bandelettes rayonnant autour d'un axe renfermant un nombre variable de pyrénoïdes rangés en série. Zygospores sphériques.

β. *Chromoleucites pariétaux.*

Gen. 10. **Xanthidium** Ehrenberg. 1833 *Abhandl. d. Berl. Akad.*, pag. 317, Mut. char. ; *Xanthidium* et *Staurastrum* pro parte Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag. 111 et 119 ; *Xanthidium* et *Staurastri* sect. *Pleurenterium*, Lundell 1871, *De Desmid.*, pag. 72-74.

Cellules divisées par un étranglement profond, large ou étroit. Demi-cellules hémisphériques ou subquadrangulaires ou subtriangulaires, à section elliptique ou 3-4-5-angulaire ; membrane pourvue d'aiguillons ou inerme. Chromoleucites formés de deux lames pariétales sur chaque face cellulaire, avec un ou plusieurs pyrénoïdes. Zygospores sphériques.

Sect. 1. Holacanthum Lundell 1871, *l. c.*, incl. *Staurastri* sect. *Pleurenterium* Lundell, *l. c.*

Aiguillons simples ou membrane inerme, cellules elliptiques ou 3-4-5-angulaires. Lames chlorophylliennes pourvues d'un ou plusieurs pyrénoïdes. Zygospores armées d'aiguillons.

Sect. 2. Schizacanthum Lundell 1871. — Aiguillons triquadrifides. Lames chlorophylliennes pourvues de plusieurs pyrénoïdes. Zygospores inermes, à membrane verruqueuse.

J'ai déjà indiqué que la forme rubanée et la situation des chromoleucites m'ont fait rapprocher les *Pleurenterium* Lundell des *Xanthidium*. J'ajouterai que la forme triangulaire des cellules a été observée par M. Lundell lui-même chez le *Xanthidium antilopæum*, caractère qui, joint à la forme des aiguillons et des zygospores, m'a porté à placer dans la section *Holacanthum* toutes les espèces que M. Lundell rapprochait des *Staurastrum* uniquement à cause de leur forme.

Gen. 11. **Cosmaridium**. — *Cosmarium* Ralfs, *Brit. Desmid.*, pag. 91, pro parte ; *Pleurotænii* sect. b. de Bary, *Untersuch.*, pag. 75 ; *Cosmarii* sect. *Pleurotæniopsis* Lundell, *De Desmid.*, pag. 51.

Cellules cylindriques ou à section elliptique, divisées par un étranglement plus ou moins profond et plus ou moins étroit en deux demi-cellules à bord entier. Chromoleucites formés de rubans pariétaux parcourant longitudinalement la cellule, à bords irrégulièrement lobés, renfermant un nombre variable de pyrénoïdes.

La structure de l'endochrome m'a forcé à éloigner du genre *Euastrum* les espèces constituant la section *Pleurotæniopsis* dans le genre *Cosmarium* de M. Lundell ; d'autre part, ces plantes, pourvues de chromoleucites semblables à ceux des *Pleurotænium,* ne sauraient être réunis à ces derniers à cause de la forme toute différente des cellules, qui rappellent celles des *Cosmarium*, et par suite de l'absence de vésicules à corpuscules mobiles. J'ai été amené ainsi à former un genre nouveau auquel j'ai donné un nom qui rappelle sa ressemblance extérieure avec les *Cosmarium*.

Gen. 12. **Pleurotænium** Nægeli 1849, *Gatt. einz. Alg.*, pag. 104; *Docidium* Ralfs, *Brit. Desmid.*, pag. 155, pro parte ; *Pleurotænii* sect. a, de Bary, *Untersuch.*, pag. 75.

Cellules cylindriques allongées, à extrémités tronquées ou arrondies, faiblement étranglées ; demi-cellules renflées à la base, renfermant près du sommet une vésicule à corpuscules mobiles ; membrane glabre ou ponctuée ; 4-7 chromoleucites pariétaux en forme de rubans longitudinaux, à bord irrégulièrement lobé, quelquefois anastomosés entre eux, renfermant chacun une série de pyrénoïdes. Zygospores sphériques inermes.

Gen. 13. **Spirotænia** Brébisson 1848, in Ralfs, *Brit. Desmid.*, pag. 178.

Cellules cylindriques ou subfusiformes, à extrémités arrondies ou atténuées, dépourvues d'étranglement. Chromoleucites en

forme de rubans pariétaux spiralés, renfermant une série de pyrénoïdes.

Plantes quelquefois associées en colonies gélatineuses.

B. Cellules associées en filaments.

α. Chromoleucites pariétaux.

Gen. 14. **Genicularia** de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 26, 77; *Gonatozygon,* de Bary, *Hedwigia*, nº 16, 1856, pro parte.

Cellules cylindriques à extrémités tronquées, planes, dépourvues d'étranglement. Chromoleucites en forme de rubans pariétaux irrégulièrement spiralés, renfermant un grand nombre de pyrénoïdes. Cellules géniculées au moment de la copulation. Zygospores sphériques, inermes.

Filaments se désarticulant aisément.

β. Chromoleucites axiles.

Gen. 15. **Gonatozygon** de Bary 1856, *Hedwigia* nº 16, pro parte; *Untersuch.*, pag. 26 et 76 (1858) Char. emend.

Cellules cylindriques à extrémités tronquées, dépourvues d'étranglement. Chromoleucite unique, rarement divisé au milieu, formé par un ruban axile parfois pourvu d'un bourrelet médian sur l'une de ses faces, renfermant un nombre indéterminé de pyrénoïdes. Cellules géniculées au moment de la copulation. Zygospores sphériques, inermes.

Filaments aisément dissociables.

Gen. 16. **Sphærozosma** Corda 1835, *Alman. de Carlsb.*, tom. IV; Rabenhorst *Fl. Eur. Alg.* sect III, p. 148, Char. emend; *Odontella*, Ehrenberg 1838, *Infus.* pro parte; *Isthmia* Meneghini *in Linnæa* 1840, pro parte; *Isthmosira* Kützing, *Phycol. germ.* 1845; *Sphærozosma* et *Spondylosium* Brébisson in Kützing *Spec. Alg.* 1859.

Cellules comprimées, à section elliptique, rarement triangulaire, pourvues d'un étranglement médian profond. Demi-cellules elliptiques, renfermant un chromoleucite formé de quatre bande-

lettes divergeant deux à deux d'un axe qui contient un seul pyrénoïde, rarement de six bandelettes. Zygospores sphériques ou ovales, inermes.

Sect. 1. Sphærozosma s. str. Rabenhorst *l. c.* ; *Sphærozosma* Corda 1835, Brébisson 1859, *l. c.*

Cellules unies en filaments par l'intermédiaire d'isthmes latéraux, enveloppées d'un tube gélatineux.

Sect. 2. Spondylosium Rabenhorst *l. c.* ; *Spondylosium* Brébisson *l. c.*

Cellules dépourvues d'isthmes latéraux et de tubes gélatineux, parfois triangulaires.

Les genres *Leuronema*, *Onychonema*, *Streptonema*, créés par M. Wallich [1] pour un certain nombre d'espèces du Bengale, me paraissent devoir être rattachés au genre *Sphærozosma*. L'étude des chromoleucites de ces plantes pourrait seule trancher la question.

Gen. 17. **Hyalotheca** Ehrenberg 1840, *Monatsber. d. K., Preuss. Akad. d. Wissensch. z. Berl.*, p. 212, 217 ; *Gynmozyga* ? Ehrenberg, *l. c.*; *Hyalotheca* et *Bambusina* Kützing 1845. *Phycol. germ.* pag. 140; *Hyalotheca* et *Didymoprium* pro parte, Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 51 et 55.

Cellules cylindriques ou doliiformes, offrant un étranglement médian très faible ; membrane pouvue quelquefois de deux saillies annulaires. Chromoleucites formées par un nombre variable de bandelettes rayonnant autour d'un axe contenant un seul pyrénoïde. Zygospores sphériques, inermes.

Sect. 1. Hyalotheca s. str. — *Hyalotheca* Kützing, Ralfs, *l. c.*

Cellules cylindriques, pourvues d'un étranglement large et peu sensible.

Sect. 2. Bambusina. — *Bambusina* Kützing ; *Didymoprium* Ralfs *l. c.*, pro parte.

[1] Description of Desmidiaceæ lower Bengal. (*Ann. and. Mag. of Nat. hist.*, 3e série, tom. V, pag. 184 et 273, pl. VII, VIII, XIII, XIV.)

Cellules doliiformes, base des demi-cellules renflée annulairement.

Une faible différence dans la forme des cellules distinguant seule les genres *Hyalotheca* et *Bambusina*, leur réunion m'a paru justifiée par la concordance des caractères de la structure interne de leurs cellules.

Le nom de *Gymnozyga*, créé par Ehrenberg, est antérieur à celui de *Bambusina* et devrait lui être substitué si l'identité du *Bambusina Brebissonii* Kützing et du *Gymnozyga moniliformis* Ehrenberg, avancée par Kützing, n'était douteuse.

γ. Chromoleucites entre l'axe et la paroi.

Gen. 18. **Desmidium** Agardh 1824, *Syst. Alg.*, pag. 12; de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 76, Char. emend. ; *Didymoprium* Kützing *Phycol. gen.* 1843 ; *Desmidium*, *Aptogonum*, *Didymoprium* pro parte, Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag. 55, 60, 63.

Cellules à section elliptique ou 2-3-4-angulaire, à angles prolongés, pourvues d'un étranglement médian peu profond. Demi-cellules à sommet plan, à bords bilobés. Chromoleucites 3 4 par demi-cellule, situés entre l'axe et la paroi cellulaire et opposés aux faces, constitués par deux bandelettes divergeant d'une arête médiane voisine de l'axe, vers la paroi ; un seul pyrénoïde. Zygospores inermes.

Sect. 1. Eudesmidium.— *Desmidium* Agardh, *l. c.*; *Desmidii* sect. *Desmidium et Aptogonum* de Bary.

Cellules 3-4-angulaires, par exception 2-angulaires. Zygospores formées entre les deux cellules conjuguées.

Sect. 2. Didymoprium de Bary, *loc. cit.*; *Didymoprium* Kützing, *l. c.*

Cellules à section elliptique. Zygospores formées dans l'une des cellules conjuguées.

Trib. II. **Mésocarpées**, de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 70.

Thalle filamenteux ; accroissement des cellules par toute leur

surface ; cellules reproductrices formées par rénovation partielle ; isogamie complète ; développement de l'œuf associé.

A. Zygospores asexuées.

Gen. 19. **Gonatonema** Wittrock 1878, *On t. Spore-form. of the Mesocarp.*, *Svensk. Akad. Handl.* V, 5.

Cellules cylindriques ; un chromoleucite formé par une plaque axile, souvent ondulée, renfermant plusieurs pyrénoïdes. Zygospores formées sans conjugaison par la division d'une cellule en trois cellules-filles dont la médiane, renflée et renfermant le noyau et les chromoleucites, devient l'œuf. Zygospores inermes.

B. Zygospores sexuées.

Gen. 20. **Mougeotia** Agardh 1824, *Syst. Alg.*, pag. 26 ; Wittrock 1872, *Om Gotl. och. Œl. Sötv.-Alg.* I, 1, Char. emend. ; non de Bary, *Untersuch.*, pag. 78.

Cellules cylindriques ; un chromoleucite formé par une plaque axile, renfermant plusieurs pyrénoïdes, quelquefois pourvue sur l'une de ses faces d'un bourrelet longitudinal. Zygospores formées par la division des deux cellules conjuguées en 3-4-5 cellules-filles, dont l'une, renfermant le noyau et les chromoleucites, devient l'œuf. Zygospores inermes, sphériques, lenticulaires ou quadrangulaires.

Sect. 1. Mesocarpus Wittrock 1872, *Gotl. och. Œl. Sötv. Alg.*, pag. 36 ; *Mesocarpus* Hassall 1845, *Brith. freshw. Alg.*, pag. 166 ; *Craterospermum* et *Pleurocarpus* Braun 1855, *Alg. unicell.*, p. 60.

Œufs formés par la tripartition de deux cellules conjuguées.

Sect. 2. Plagiospermum Wittrock 1872, *l. c.* pag. 39 ; *Plagiospermum* Clève 1868, *Monogr. of Zygn.*, pag. 35.

Œufs formés par la quadripartition des deux cellules conjuguées.

Sect. 3. Staurospermum Wittrock 1872, *l. c.*, pag. 39 ; *Staurospermum* Kützing 1843, *Syst. Einth. d. Alg.* pag. 92 ; *Sphærospermum* Clève 1868, *l. c.*, pag. 35.

Œufs formés par la quinquepartition des deux cellules conjuguées.

Trib. III. **Zygnémées** Meneghini 1858, *Cenn. Sull. Organ.*, pag. 33 ; de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 70, excl. gen. *Mougeotia.*

Thalle filamenteux ; accroissement des cellules par toute leur surface ; cellules reproductrices formées par rénovation totale ; isogamie passant à une hétérogamie de plus en plus marquée ; développement associé.

A. CONJUGAISON PAR DES TUBES COPULATEURS; ÉLÉMENTS SEXUELS SEMBLABLES.

Gen. 21. **Zygnema** Agardh 1817, *Syn. Alg. Scand.* ; *Zygnema* et *Zygogonium* Kützing 1843, *Phycol. gen.* ; *Zygnema* et *Zygogonium* de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 77-79 ; *Tyndaridea* et *Leda* pro parte Bory 1825, *Dict. class.* I, 595 ; *Tyndaridea* Hassall 1845, *Brith. freshw. Alg.* pag. 160 ; *Globulina* Link 1820, *Horæ physicæ* ; *Thwaitesia*, Montagne 1845, *Compt. rend.* ; non *Zygnema* Hassall, *l. c.*

Cellules cylindriques ; chromoleucites deux par cellule, en forme d'étoiles irrégulières, reliées par le noyau, avec un seul pyrénoïde. Zygospores sphériques ou oblongues, inermes, formées soit dans les tubes copulateurs, soit dans l'une des cellules conjuguées, non renflée.

Sect. 1. ZYGOGONIUM. — *Zygogonium* Kützing 1843, *l. c.* ; *Zygogonium* et *Zygnema* pro parte De Bary, *l. c.*; *Tyndaridea* Hassall pro parte ; *Leda* Bory pro parte.

Zygospores formées dans les tubes copulateurs. Plantes habitant fréquemment les lieux humides et dans ce cas pourvues d'une membrane épaisse et gélifiée.

Sect. 2. EUZYGNEMA. — *Zygnema* Agardh, *l. c.*; Kützing, *l. c.*; de Bary, *l. c.*, pro parte ; *Globulina* Link ; *Tyndaridea* Bory ; *Thwaitesia* Montagne.

Zygospores formées dans l'une des cellules conjuguées.

Les *Zygnema* et les *Zygogonium*, en partie confondus à l'origine par Agardh, avaient été distingués par Kützing à cause du mode de formation des œufs. M. de Bary, ne trouvant pas ce caractère suffisant pour légitimer une telle séparation, réunit aux *Zygnema* la plupart des *Zygogonium*; mais il laissa à part les espèces terrestres à membrane épaisse et à chromoleucites indistincts, qu'il regardait comme formés par une ou deux masses plus ou moins régulières et non étoilées. Mais les *Zygogonium* terrestres ont des chromoleucites identiques à ceux des *Zygnema*; l'accumulation de gouttelettes de matière grasse masque seulement la structure de ces organes, structure que l'on peut rendre très apparente au moyen de l'acide picrique, ainsi que je l'ai observé sur des échantillons secs de *Zygogonium ericetorum*. Il n'y a donc pas de raison pour faire des *Zygogonium* terrestres un genre spécial. J'ai été amené ainsi à élargir encore plus que ne l'avait fait M. de Bary l'ancien genre *Zygnema* d'Agardh.

Gen. 22. **Spirogyra** Link 1820, *Horæ physic.*, pag. 5; de Bary 1851 *Untersuch.*, pag. 1 et 78; *Spirogyra* et *Rhynchonema*, Kützing, *Phycol. gener.* 1843; *Salmacis* Bory, *Dict. class.*, 1825; *Zygnema* Hassall, *Brit. freshw., Alg.* 1845.

Cellules cylindriques; chromoleucites formés par 1-8 rubans spiralés, parallèles, à bords irrégulièrement lobés, renfermant un grand nombre de pyrénoïdes. Zygospores elliptiques ou lenticulaires, inermes, formées dans l'une des cellules conjuguées renflée ou non renflée.

B. Pas de tubes copulateurs; hétérogamie plus accentuée.

Gen. 23. **Sirogonium** Kützing 1843, *Phycolog. gen.*, pag. 278; de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 78, Char. emend.

Cellules cylindriques; chromoleucites pariétaux formés par 3-4 rubans longitudinaux, flexueux, à bords lobés, renfermant plusieurs pyrénoïdes. Cellules conjuguées inégales; zygospores elliptiques, inermes, formées dans la cellule conjuguée la plus grande, renflée.

A suivre.

EXCURSIONS BOTANIQUES EN ESPAGNE

Par G. ROUY.

ORIHUELA, MURCIA, VELEZ-RUBIO, HELLIN, MADRID, IRUN.

(Mai 1881. — Juin 1882.)

(*Suite et fin* [1].)

Vicia sativa L. *var. triflora.*

Fleurs subsessiles, ou portées sur un court pédoncule, et rapprochées par 2-4 à l'angle des feuilles supérieures.

Vicia elegantissima Shuttlew.

Je ne sais dans quel recueil Shuttleworth a publié la diagnose de cette intéressante espèce, ou si elle est encore inédite. Mais sa description ne paraissant, en tout cas, point répandue, je crois bon de la donner ici, établie d'après les exemplaires récoltés en Espagne et semblables aux spécimens provenant des îles d'Hyères (localité authentique) que j'ai en herbier, et qui ont été recueillis par Shuttleworth lui-même.

Plante glabre ou *glabrescente.* Tiges adscendantes, très rameuses. *Feuilles* cirrhifères *à* 5-7 *paires de folioles* lancéolées-oblongues ou linéaires-oblongues, *obtuses-mucronées*, pétiolulées. *Stipules petites, l'une linéaire-subulée, entière, l'autre substipitée, linéaire* plus large, *munie sur la marge extérieure d'un lobule linéaire assez long, ce qui la rend semihastée, bipartite. Pédoncule mutique* ordinairement *uniflore,* très rarement biflore, *égalant à peine la moitié de la longueur de la feuille , à partie pédicellaire* (ou pédicelle quand le pédoncule est biflore) *plus courte que le calice* et même ordinairement que le tube du calice. *Calice*

[1] Voir numéros de décembre 1882, juin et septembre 1883.

glabrescent, 3-4 fois plus court que la corolle, très oblique, *à dents très inégales*, les inférieures lancéolées, acuminées, plus courtes que le tube, les supérieures petites, brièvement triangulaires, un peu convergentes. Corolle allongée, d'un blanc violacé, intermédiaire comme grandeur entre celles des *V. calcarata* et *V. monanthos*. *Style filiforme, barbu au sommet. Gousse* de 20 à 30 millim. de long sur 6-8 millim. de large, courtement stipitée, glabre, comprimée, *à* 5-8 *graines*, celles-ci *comprimées, lenticulaires, noires*, non marbrées ; hile linéaire, égalant environ le cinquième de la circonférence de la graine. — V. MONANTHA RETZ ?

Plante intermédiaire entre les *V. calcarata* Desf. et *V. monanthos* Desf. — Elle diffère de ce dernier par l'une de ses stipules absolument différente, ses feuilles non rétuses-tridentées au sommet, les calices à dents très inégales, les gousses à 5-8 graines, etc. Elle se sépare du *V. calcarata* Desf. et de sa forme uniflore par ses pédoncules non aristés, courts, ses pédicelles plus courts que les calices, ceux-ci glabrescents, ses styles filiformes, ses gousses étroites, ses graines lenticulaires, noires, non marbrées, enfin par ses tiges à feuilles ténues et son port grêle.

Rosa Almeriensis Rouy

Arbrisseau de 60 à 150 centim., ayant le port d'un *R. sæpium* grêle. Tiges stériles peu flexueuses. *Aiguillons* dilatés à la base, comprimés, *assez nombreux, de même forme*, égaux, *recourbés* ou arqués; ceux des ramuscules supérieurs seulement inclinés. *Pétioles velus*, glanduleux, aiguillonnés en dessous. *Folioles*, 3-5-7, *petites* (10-15 millim. de long sur 4-10 de large), *ovales*, la plupart *obtuses* (quelques-unes, principalement les supérieures des rameaux florifères, sont cuspidées), *arrondies* ou légèrement atténuées *à la base*, les latérales pétiolulées, toutes glaucescentes, plus ou moins *pubescentes en dessus, pubescentes ou velues et très glanduleuses sur la page inférieure, profondément dentées* jusque près de la base, *à dents principales étalées-dressées* non terminées par une glande, mais munies sur les

deux marges de dents secondaires glanduleuses. *Stipules* glabres en dessus, *pubescentes et glanduleuses en dessous* vers le sommet, à oreillettes aiguës, divergentes. *Pédoncules* en corymbes 2-5 flores, rarement solitaires, *hispides-glanduleux* mais non pourvus d'acicules, *plus courts que l'urcéole non glanduleuse* et n'égalant souvent que la moitié environ de sa longueur ; *bractées* ovales-cuspidées, *pubescentes en dessous*, bordées de glandes *et dépassant les pédoncules. Sépales* étroits, allongés, *glanduleux* et plus ou moins parsemés de poils *sur le dos*, tomenteux sur les bords, *redressés après la floraison*, les deux externes entiers, les trois internes pinnatifides. *Corole petite* (20-26 millim.) *complètement blanche, égalant les sépales ou un peu plus courte qu'eux. Styles très hérissés, presque velus. Urcéoles ovales*, probablement couronnées, au moins jusqu'à la coloration, par les sépales persistants.

Par ses divers caractères, ce Rosier vient prendre place à côté des *R. lactiflora* Déségl. (*Catal.*, pag 291) et *R. Gremlii* Gremli (*R. rubiginosa* f. *Gremlii* Christ *Rosen d. Schw.*, pag. 107), dont il est d'ailleurs facile à différencier.

Tamarix Hispanica Boiss.

Cette espèce est omise dans le *Prodromus floræ Hispanicæ*. Sa description a été donnée par M. Boissier dans la seconde série de ses *Diagnoses plantarum novarum* (fasc. II, pag 56).

Herniaria polygonoïdes Cav. var. *diffusa* Rouy (*H. paniculata* Webb).

Dans l'*Iter Hispaniense* (pag 46), Webb caractérise ainsi son *H. paniculata* : « *H. caule fruticoso prostrato, elongato, diffuso ; paniculis filiformibus pluriès dichotomis* », et il ajoute ensuite : « Obs. The structure of the flower and fruit in this species is very similar of the foregoing, but its prostrate diffuse growth, and speading panicles so different from the above, seem to preclude the possibility of uniting them. »

Cependant, ainsi que l'a supposé à juste titre M. Willkomm

(*Prod fl. Hisp.* III, pag. 154), cette plante n'est qu'une variété de l'*H. polygonoïdes* Cav., mais une variété particulière aux basses montagnes des environs de Murcia et d'Orihuela, où elle est assez rare, et des environs d'Hellin, où elle paraît répandue. C'est du reste dans cette région que Webb l'avait rencontrée. D'ailleurs, il existe une autre variété (*intermedia*) de l'*H. polygonoïdes* constituant la transition entre les formes *genuina* et *diffusa*. On peut même avancer que la forme *genuina* croît plus particulièrement dans les rocailles des montagnes, principalement en Andalousie, et la var. *intermedia* sur les collines dénudées ou dans les garrigues, surtout dans l'est de la Péninsule. Lorsqu'elle avoisine les sables ou les terrains salés, elle prend un plus grand développement, ses tiges s'allongent et deviennent encore plus grêles, ses rameaux très nombreux s'intriquent, et la panicule, à pédoncules ou ramuscules filiformes, devient très fournie : c'est alors la var. *diffusa*[1]. Mais les caractères spécifiques subsistent tous, et il n'y a, en réalité, qu'une espèce avec trois variétés.

Daucus polygamus Gouan

Je n'ai trouvé, à la Ermita de San Marcial, qu'un seul pied, mais avec fleurs et fruits assez développés, de cette espèce critique. La découverte de ce rare Daucus en Cantabre est intéressante, en ce sens qu'elle permet d'admettre qu'il a été jadis rencontré aussi dans les Asturies, d'où le nom que lui a donné Barnades: *D. Asturiarum*. M. Lange (*Prodr. fl. Hisp.*, III, pag. 21) ne la signale qu'en Castille, d'après Vahl, Cavanilles et Cutanda.

Le *D. polygamus* est certainement bien voisin des formes grêles et étalées du *D. Carota*, mais il semble en différer spécifiquement par ses ombelles petites, souvent prolifères, portées par de longs pédoncules et à involucre peu divisé, ordinairement trifide, ses ombellules à fleurs très petites, à pétales extérieurs à peine rayonnants, ses styles au moins trois fois plus longs que le sty-

---

[1] On peut voir dans ces garrigues rocailleuses, situées entre les salines d'Agramon et la sierrra de las Cabras, la transition complète de l'une à l'autre de ces variétés.

lopode, enfin ses tiges courtes, rameuses dès la base, à rameaux étalés ou couchés.

Œnanthe peucedanifolia Poll. var. ELATIOR.

Diffère de la forme *genuina* par ses ombelles plus grandes, à rayons plus nombreux (10-15) et plus longs, ses ombellules plus denses, ses tiges du double plus robustes, atteignant ordinairement $1^{m},25$.

Filago pseudo-Evax Rouy

Plante *annuelle*, tomenteuse-grisâtre, à *tige très courte* (1-4 centim., n'atteignant que rarement 6-7 centim), ordinairement dressée, *très feuillée*, simple ou rameuse à rameaux très courts. *Feuilles imbriquées*, *lancéolées-spathulées, obtuses,* mucronées, *atténuées à la base*, *à peine ondulées* sur les bords. *Glomérules* florifères, *multiflores* (à 15-40 calathides), *globuleux*, *très rapprochés*, solitaires au sommet de la tige et des rameaux (quelquefois sessiles dans la dichotomie des rameaux), *munis* à leur base *de nombreuses feuilles florales étalées*, largement oblongues, *les dépassant* sensiblement. *Calathides* relativement grandes (de la grandeur de celles du *F. Germanica*), *à péricline plongé jusqu'au milieu environ de sa hauteur dans un tomentum* épais, *ovoïdes-coniques, à* 5 *angles aigus*, séparés par des sinus profonds, à *écailles inégales*, disposées sur 5 rangs, lâches, oblongues-lancéolées, pliées dans leur longueur, longuement *acuminées-subulées, à pointe* toujours *jaunâtre*, *étalée-recourbée* dans les folioles externes. Achaînes petits, brunâtres, abondamment glanduleux.

Petite plante voisine des *F. spathulata* Presl, *F. Duriæi* Coss., *F. eriocephala* Req., *F. Germanica* L., *F. micropodioïdes* Lge, mais que ses caractères différencient bien.

Ce Filago se présente le plus souvent avec des tiges ne dépassant pas 2 centim.; il rappelle alors quelque peu l'*Evax pygmæa* Pers., ou mieux encore l'*E. Carpetana* Lge.

Atractylis cancellata L.

Cette espèce comporte au moins deux variétés :

CANESCENS. — Plante à tiges relativement épaisses, tomenteuses ainsi que les feuilles. Calathides assez grosses, le plus souvent peu longuement dépassées par les écailles externes foliacées du péricline. Celles-ci à divisions courtes, velues ou laineuses, moins grêles que dans la var. *pubescens* et à spinules courtes, ordinairement jaunâtres, divariquées.

PUBESCENS. — Plante ordinairement plus élancée, plus allongée, à tiges grêles glabrescentes ou aranéeuses par places, rougeâtres. Feuilles vertes, plus ou moins pubescentes ou velues. Calathides plus petites que dans la var. *canescens*, le plus souvent longuement dépassées par les écailles externes foliacées du péricline ; celles-ci à divisions grêles, pubescentes, à spinules très fines, étalées-dressées ou peu divariquées, longues, souvent purpurines au moins vers le sommet [1].

Carduus Valentinus Boiss. et Reut. var. PYCNOCEPHALOÏDES.

Diffère de la forme *genuinus* par ses calathides plus allongées, rapprochées par 2-5 au sommet des rameaux, à écailles plus larges et un peu plus courtes, ses feuilles plus grandes et plus larges, plus profondément divisées et à épines plus fortes. — Port du *C. pycnocephalus* L.

Variété du *C. Valentinus* analogue à la var. *pycnocephaloïdes* Lge du *C. Reuterianus* Boiss.

Centaurea Seridis L. ; C. maritima Duf. ; C. cruenta Willd.

Le *C. Seridis* L., indiqué en Espagne par Linné et signalé jadis en Catalogne par M. Colmeiro, n'a pas été retrouvé dans cette province par M. Costa. Nous l'avons rencontré sur deux points de

---

[1] La var. *pubescens* paraît moins commune que la var. *canescens*. — J'ai en herbier la première des *Alpes-Maritimes* (Nice : mont Boron et cap Ferrat), d'*Algérie* (Oran : Ravin vert), d'*Espagne* (Valldigna), et la seconde d'*Espagne* (Guadalajara, Jativa, Murcia, Orihuela), des *îles Éoliennes* (Lipari), etc.

la province de Murcie, à Monte-Agudo et à Alhama. Dans les deux localités, ce Centaurea croît, très bien caractérisé, parmi les rocailles ou dans les vignes au pied des rochers. Mais si on le suit jusqu'en bas des coteaux, on le voit passer insensiblement de la forme normale au *C. maritima* Duf., que M. Lange lui a très justement rapporté comme *var. maritima*. En effet le *C. Seridis* a les tiges ascendantes, bifurquées seulement vers le sommet, dès lors biflores, les feuilles radicales et caulinaires inférieures ovales, pétiolées, sinuées-dentées, les caulinaires moyennes et supérieures lancéolées, peu atténuées à la base, à pétiole très largement ailé, toutes longuement décurrentes. Mais ces caractères s'atténuent : les tiges deviennent plus rameuses, couchées à la base, ascendantes seulement dans leur partie supérieure ; les feuilles sont sinuées ou lobées, le pétiole s'élargit au point de ne plus se distinguer du limbe, la décurrence des feuilles est moins régulière. Enfin, dans le *C. maritima*, les tiges sont couchées, rameuses dès le milieu, à rameaux allongés, plus longs que la tige ; les feuilles sont pinnatipartites, lancéolées, les supérieures lobées, dépourvues de pétiole, largement mais irrégulièrement décurrentes sur la tige[1], etc.

On peut, en réalité, dire que le *C. Seridis* est la forme des rochers ou rocailles (forme d'ailleurs rare), tandis que le *C. maritima* constitue la forme des sables maritimes, alluvions, fossés, talus, bords des chemins, lieux où on le rencontre assez fréquemment dans les régions basses des provinces de Murcia, Alicante, Albacete, Valencia, etc.

La constatation de nombreuses formes intermédiaires entre les *C. Seridis* et *maritima* a détruit ma première opinion sur le *C. cruenta* Willd., qu'à l'exemple de A. P. de Candolle j'acceptais comme espèce, et je suis actuellement disposé à rattacher aussi ce dernier au *C. Seridis* comme variété, la forme *Seridis* étant exactement à sa place entre les var. *maritima* et *cruenta*. J'ai

---

[1] Ces variations sont tout à fait analogues à celles que j'ai signalées pour les diverses formes du *C. aspera* L. (*Excurs. bot Esp.*, in *Bull. Soc. Bot. Fr.*, XXIX, 1882.)

donné, dans mes *Excursions botaniques aux environs de Jativa*, les caractères différentiels de cette dernière variété et n'ai point à y revenir.

Voici dès lors comment je comprends le *C. Seridis* :

C. Seridis L.

Var. *cruenta* Rouy (C. cruenta Willd.).

Var. *Seridis* (C. Seridis L.).

Var. *maritima* Lge (C. maritima Duf.).

Centaurea linifolia Vahl var. *submollis*.

Diffère de la forme *genuina* par ses tiges plus courtes, plus abondamment velues, ordinairement simples, ses feuilles relativement plus courtes et plus larges, même les supérieures lancéolées-linéaires, toute à villosité plus fournie, molle et non rude comme dans la forme *genuina*.

Microlonchus Valdemorensis Cut.

Plante rare, fort peu répandue dans les herbiers. La diagnose donnée par Cutanda (*Fl. de Madrid*, pag. 420), quoique un peu courte, indique cependant bien les caractères généraux de cette espèce, reconnaissable à ses tiges annuelles, de petite taille (5-25 centim.) mais robustes, couchées ou ascendantes, peu rameuses, très feuillées ainsi que les rameaux, à feuilles papilleuses-scabres, ondulées-dentées, spinuleuses, et surtout par ses calathides ovales-coniques, à écailles du péricline toutes aiguës-aristées, plus nettement encore que dans le *M. Ysernianus* Gay et Webb (in Graells, *Ramilletes*, pag. 9-10, tab. 3). — Le M. Valdemorensis est, sur le vif et même en herbier, bien différent du M. Duriæi Spach, dont M. Willkomm paraît porté à le rapprocher (*Prodr. fl. Hisp.*, II, pag. 169).

Scorzonera graminifolia L. var. *intermedia*.

Tige de 2 décim., tomenteuse, très feuillée. Feuilles de 2-3 millim. de large, glabrescentes ou aranéeuses par places. Calathides de grandeur intermédiaire entre celles des var. *major* et

minor Willk., à écailles externes du péricline pulvérulentes-tomenteuses, les intérieures glabres.

Zollikoferia resedæfolia Coss. var. *minor*.

Diffère de la forme *genuina* et de la var. *viminea* Lge par ses tiges plus courtes, dressées, très rameuses dès la base, à rameaux grêles, intriqués, divariqués, formant une touffe compacte, et par ses fleurs plus petites que dans la forme *genuina*.

Sonchus zollikoferioïdes Rouy

Calathides en corymbe lâche et pauciflore portées par des *pédoncules* allongés, *abondamment glanduleux. Folioles du péricline* lancéolées-linéaires, *pulvérulentes. Achaînes bruns pâles, oblongs-obovés*, munis sur les faces de côtes fines, ridés-chagrinés, non bordés. *Feuilles épaisses*, glabres, la plupart ramassées à la base des tiges, plus ou moins *glaucescentes*, pétiolées, *pinnatiséquées, à rachis étroit, linéaire, à segments tous étroitement linéaires*, presque opposés par paires, *entiers* ou plus rarement *pourvus à la base de 1-2 dents terminées ainsi que les segments par un mucron calleux* (comme dans les feuilles de Zollikoferia), dirigés en arrière, *allongés, ténus ; feuilles caulinaires moyennes à pétiole* légèrement dilaté à la base, *amplexicaule, à oreillettes* presque *arrondies*, non longuement acuminées. Tiges de 1-2 décim., dressées, grêles, arrondies, striées. *Racine bisannuelle ou vivace.* — Feuilles presque semblables à celles du *Zollikoferia pumila* DC. — Port du *Z. resedæfolia* Coss.

Cette espèce ne peut être rapprochée que du S. tenerrimus L. forme *pectinatus* DC., dont elle se sépare bien par les caractères soulignés dans la diagnose ci-dessus.

Andryala Rothia Pers.

Persoon caractérise ainsi cette plante pour la distinguer des A. integrifolia et A. sinuata L.: « *Caule basi ramoso diffuso, foliis ovato-lanceolatis subintegerrimis amplexicaulibus.* » (Syn. II, pag. 379.)

Le même auteur distingue l'A. sinuata dans les termes suivants : « *Caule corymboso, fol. lanceolatis sinuato dentatis sessilibus, superioribus integerrimis* », et l'A. integrifolia (sous le nom de A. runcinata), ainsi : « *Caule erecto corymboso, fol. inferioribus oblongis runcinatis, superioribus lanceolatis subdentatis, pedunc. glanduloso-villosis.* »

Donc, pour Persoon, son *A. Rothia* (Rothia andryaloïdes Willd.) était reconnaissable à ses tiges rameuses dès la base et surtout à ses feuilles *ovales-lancéolées* (et non lancéolées seulement), *amplexicaules*, quoique dans les A. integrifolia et sinuata les feuilles bien que sessiles soient souvent très arrondies à la base, presque semi-embrassantes. Il y a là une nuance qu'il importait de préciser, car lorsque j'ai rencontré, à la Casa de Campo, l'Andryala auquel j'attribue le nom d'*A. Rothia* Pers., j'ai été immédiatement frappé de l'aspect que lui donnent ses feuilles, qui, à l'exception des radicales, sont toutes amplexicaules, les supérieures grandes, ovales-cuspidées, régulièrement décroissantes de la base au sommet, larges, très largement cordées-amplexicaules et bien différentes de celles des A. laxiflora et integrifolia, seules plantes dont on pourrait avoir la pensée de le rapprocher. Dans la plante de la Casa de Campo, les feuilles ne sont pas toujours toutes *subintegerrimis*, comme le dit Persoon : souvent, les radicales sont sinuées-pinnatifides, les caulinaires moyennes sinuées-dentées puis ondulées-dentées, et les supérieures entières.

D'ailleurs, l'*A. Rothia* étant une plante litigieuse, mais qui sera certainement retrouvée en Espagne et peut-être même en Portugal ou en France quand elle sera mieux connue, je crois bon d'en donner une description suffisamment étendue :

Calathides petites, moins nombreuses que dans l'A. integrifolia, *à pédoncules* non ou *peu glanduleux*, disposées en *corymbe irrégulier*, peu serré. *Folioles du péricline* lancéolées-linéaires, *dépassant sensiblement l'aigrette*, verdâtres, couvertes d'un duvet peu floconneux (moins fourni que dans l'A. integrifolia), parsemé de longs poils glanduleux noirâtres. *Achaînes grands* relativement à l'*aigrette* (3-4 fois seulement plus courts que l'aigrette),

à poils blancs. Feuilles molles, tomenteuses, d'un vert grisâtre, *les radicales lancéolées-pinnatifides atténuées en* un court *pétiole élargi à la base*, *les caulinaires* moyennes ovales-lancéolées *largement amplexicaules*, sinuées-dentées, *les supérieures* ondulées-dentées *et les florales* entières, *ovales-cordiformes*, *très largement amplexicaules*, *décroissant de la base au sommet*, *longuement acuminées. Tige* de 4-5 décim., ascendante, *souvent rameuse presque dès la base*, à *rameaux allongés*, les inférieurs étalés, les autres redressés, mais écartés. Racine annuelle, fibreuse. — *Plante ne prenant en séchant qu'une légère teinte jaunâtre.*

Erythræa latifolia Sm. var. *pseudolinariæfolia.*

Diffère des var. *tenuiflora* et *genuina* par ses tiges plus courtes, ses feuilles un peu épaisses, plus étroites, presque semblables à celles de l'*E. linariæfolia* Pers., ses fleurs plus courtement pédonculées et rapprochées au sommet des tiges et petites cymes ombelliformes.

Echium angustifolium Lam. var. *humile.*

Diffère des var. *genuinum* et *parviflorum* Rouy par ses tiges courtes, naines (4-10 centim.), couchées ou ascendantes, de grandeur intermédiaire entre celles de ces deux variétés.

Cette plante possède un peu le port de l'*E. maritimum* Willd., mais elle s'en distingue à première vue par ses feuilles étroites, les corolles plus allongées et plus étroites à tube dépassant assez longuement le calice, ses tiges à poils blanchâtres très abondants étalés horizontalement, et non dressés presque appliqués, enfin par sa taille toujours moins élevée.

La figure n° 1011 des *Icones* de Barrelier semble se rapporter bien mieux à cette variété qu'à l'*E. maritimum*, représenté du reste assez fidèlement dans la figure n° 1012.

Scrofularia crithmifolia Boiss. var. *major.*

Diffère de la forme *genuina* par ses tiges bien plus élevées (de 50 centim. à 1^{m}10), ses fleurs et ses capsules presque du dou-

ble plus grosses. La forme *genuina* est exactement intermédiaire entre cette var. *major*. et la var. *alpina* Boiss[1].

Chænorrhinum crassifolium Lge. var. *intermedium*.

Plante intermédiaire entre les var. *elongatum* Rouy et *parviflorum* Lge. Elle se sépare de la première par ses proportions plus réduites, ses fleurs moins longuement pédicellées, ses tiges moins allongées, non décombantes mais ascendantes. Elle diffère de la seconde par son port plus lâche, ses tiges bien plus allongées, presque herbacées, ses feuilles moins rapprochées, ses fleurs un peu plus grandes, ses capsules plus longuement dépassées par les divisions du calice.

Thymus Barrelieri Rouy (Barrelier, *Icones* n° 780).

Cette espèce comprend les *T. æstivus* Reut. et *T. hyemalis* Lge, ainsi qu'une forme intermédiaire assez répandue dans l'est de la Péninsule et qui les réunit.

Il n'existe aucun caractère spécifique séparant les *T. hyemalis* et *T. æstivus*, ainsi que j'ai pu le constater sur le vif, car j'ai récolté *in loco natali* de nombreux pieds des deux plantes, la première au Monte-Agudo, la seconde à la sierra Mariola. Et cependant, si l'on veut étudier, dans le *Prodromus floræ Hispanicæ*, les descriptions de ces deux Thyms, on est tout d'abord porté à les considérer comme spécifiquement distincts puisqu'ils sont classés dans des groupes différents, le *T. æstivus* parmi les espèces à feuilles supérieures linéaires, presque semblables aux caulinaires, et le *T. hyemalis* parmi les espèces à feuilles supérieures plus grandes et plus larges que les caulinaires. Mais ce classement est le résultat d'une légère erreur d'observation ou de l'étude d'un exemplaire offrant quelque anomalie, et le *T. hyemalis* doit être placé parmi les espèces du premier groupe, car ses feuilles florales sont à peine plus larges que les caulinaires et généralement moins que dans

---

[1] Voir à ce sujet ce que j'ai dit ailleurs (*Matériaux pour la revision de la Flore portugaise : Scrofulariacées*, pag. 5-6) des variations du *S. canina* L.

le *T. æstivus*. Le *T. hyemalis* ne fleurit pas exclusivement en hiver, puisque le 4 juin 1882 je l'ai recueilli alors qu'il pouvait y avoir tout au plus deux mois que sa floraison était passée. Ce Thym est néanmoins sensiblement plus précoce que la forme *T. æstivus*, ce qui tient probablement à ce qu'il croît dans des régions plus méridionales et d'altitude moindre ; d'ailleurs, quant à l'époque de la floraison comme pour les caractères variables du *T. Barrelieri*, ma variété *intermedius* tient le milieu entre les *T. æstivus* et *T. hyemalis*, attendu qu'elle est presque défleurie à la mi-juin, alors que le *T. hyemalis* est en fruits depuis plus d'un mois et que le *T. æstivus* est en pleine floraison.

Voici la diagnose de ce Thym :

Plante cespiteuse, ordinairement peu élevée (10-30 centim.), à tiges plus ou moins ligneuses, dressées ou ascendantes, peu flexueuses, très rameuses, à rameaux ordinairement raides. *Feuilles* oblongues-linéaires ou linéaires, *épaisses*, de longueur variable, *à bords retournés en dessous*, obtusiuscules, atténuées à la base, glabrescentes en dessus ou pulvérulentes, plus ou moins tomenteuses sur la page inférieure, les *florales presque conformes aux caulinaires*, cependant un peu plus larges, ne dépassant pas les fleurs, toutes sessiles ou brièvement pétiolées, *plus ou moins densément rapprochées en fascicules axillaires*. Verticilles florifères pauciflores disposés en une panicule courte ou en une grappe interrompue à la base. Fleurs petites, pédicellées, à pédicelle plus court que le tube du calice ou l'égalant au plus. Calice glanduleux, à lèvre supérieure tri lentée, à dents ovales-triangulaires, aiguës, la médiane plus allongée ; divisions calicinales inférieures subulées, ciliées. *Corolle toujours plus longue que le calice*, quelquefois presque du double, *rouge* ou *purpurine*.

Var. ERICOÏDES (T. hyemalis Lge).

Var. INTERMEDIUS. — Feuilles fasciculées, mais plus longues, plus largement linéaires et moins nombreuses que dans la var. *ericoïdes* ; divisions calicinales inférieures égalant la lèvre supérieure du calice ; corolle purpurine presque du double plus longue que le calice.

Var. LONGIFOLIUS (T. *æstivus* Reut).

De nombreuses variations établissent d'ailleurs le passage de ces trois variétés principales de l'une à l'autre, — La figure n° 780 des Icones de Barrelier semble se mieux rapporter à la var. *intermedius*, que jusqu'ici j'ai seule rencontrée avec la var. *longifolius* dans le royaume de Valence, où Barrelier l'indique, que le *T. hyemalis*. La belle planche consacrée à ce dernier Thym dans les *Descriptio iconibus illustrata pl. nov. hisp.* (tab. XV), de M. Lange, le représente bien, à cela près que, dans mes exemplaires, les feuilles florales ne sont pas aussi larges que l'indique cette planche.

× **Thymus paradoxus** Rouy

Hybride des *T. Funkii* Coss. et *T. Zygis* L. — Trouvé un seul pied, au milieu des parents, près d'Hellin.

Plante très rameuse, blanchâtre, très feuillée, à ramuscules plus ou moins rougeâtres, à pubescence courte. *Feuilles* sessiles, fasciculées, *petites*, linéaires-aiguës, à bords très retournés en dessous, presque arrondies, subtomenteuses, ponctuées-glanduleuses, ciliées à la base, *les florales plus larges*, *mais seulement lancéolées*, *à bords sensiblement retournés en dessous*, *plus ou moins allongées* selon que la partie florifère se rapproche de celle du *T. Funkii* ou de celle du *T. Zygis*, *les supérieures pourprées* seulement *au sommet ainsi que les dents du calice*. Verticilles pauciflores, différents : les uns rapprochés en capitule lâche, allongé, au sommet de certains rameaux ; les autres disposés en un épi interrompu à la base se rapprochant un peu de ceux du *T. Zygis*. Fleurs courtement pédicellées ; *calices dépassant la feuille florale*, pubescents extérieurement, *à lèvre supérieure* tridentée *à dents triangulaires courtes et aiguës*, moins longues et moins acuminées que dans le *T. Funkii*, mais plus longues et bien plus aiguës que dans le *T. Zygis*, *purpurines ainsi que les divisions inférieures* du calice ; *corolles rosées ou purpurines*, *très velues à l'extérieur*, plus ou moins longues, *à tube droit tantôt*

inclus dans le calice, tantôt (le plus souvent) *sensiblement plus long*, atténué à la base, à lèvres très petites.

Ce curieux Thym établit, ainsi que je l'ai déjà dit dans mes « Matériaux pour servir à la revision de la flore portugaise » (*Labiées*, pag. 52), le passage entre les espèces des sections *pseudo-Thymbra* Benth. et *Zygis* Willk., transition que je n'avais pas encore vue. — La récolte du *T. paradoxus* m'a permis de constater, *sur le terrain*, un cas d'hybridité entre des espèces du genre Thymus, ce qui vient démontrer formellement que l'hybridisme se produit dans ce genre. D'ailleurs, quoique à cette époque je n'eusse point encore recueilli personnellement d'hybride de Thyms, l'étude de mes spécimens d'herbier de certains Thyms portugais m'avait déjà conduit à admettre (*loc. cit.*) comme hybrides les *T. Welwitschii*, *T. Lusitanicus*, et à soupçonner aussi la source hybride des *T. camphoratus* et *T. Algarbiensis*.

Satureia cuneifolia Ten.

Cette espèce comporte cinq variétés :

Var. CANESCENS Rouy— Feuilles courtes, petites, très pubescentes, toutes obtuses, les inférieures arrondies, subémarginées au sommet ; les supérieures pliées, moins larges, lancéolées-obtuses. Dents du calice courtes, égalant le quart ou au plus le tiers du tube. Plante blanchâtre, à rameaux couverts d'un tomentum court mais serré.

Var. OBOVATA Boiss. *Voy. Esp.*, pag. 495 — Feuilles plus grandes et plus allongées que dans la var. *canescens*, oblongues ou obovales, à pubescence peu fournie, toutes obtuses. Plante verte à rameaux rougeâtres, pubescents. Dents du calice égalant le tiers du tube. — *S. obovata* Lag.

Var. GENUINA — Feuilles oblongues-lancéolées ou lancéolées, acutiuscules, plus allongées et plus grandes que dans les deux var. précédentes, glabrescentes. Dents du calice porrigées, égalant presque la longueur du tube. — S. cuneifolia Ten., S. hyssopifolia Duf.!, S. virgata Vis.

Var. WIEDEMANNIANA Boiss. *Fl. orient.*, IV, pag. 564.

Var. TENUIS Boiss. *Fl. orient.*, IV, pag. 564.

Nepeta amethystina Desf.

Les *N. amethystina* Desf., *N. Murcica* Guir., *N. Boissieri* Willk., ne sont, pour moi, que trois variétés d'un même type. — Sur la sierra de Maimon, on rencontre d'abord le *N. amethystina*, puis, dans les rocailles situées à une altitude supérieure, on le voit présenter les caractères du *N. Murcica* pour devenir enfin, dans les fissures des grands rochers, la var. *alpina* Willk. du *N. amethystina*, laquelle sert de passage entre les précédents et la var. *laciniata* Willk. du *N. Boissieri*. La villosité des feuilles et des tiges, la grandeur des feuilles, ne présentent aucune fixité, et il en est de même de la longueur des pédoncules relativement aux bractées ainsi que de la longueur du tube de la corolle. J'ajouterai que j'ai vu en 1881 à la sierra de las Cabras, et en 1882 sur la sierra de Maimon, c'est-à-dire à plus de 100 kilom. à vol d'oiseau, le N. amethystina présenter ces mêmes variations. — Cette espèce comprend donc cinq variétés :

Var. *Nevadensis* Rouy (N. Boissieri Willk. var. crenata Willk.) ;

Var. *genuina* (N. amethystina Desf., N. Nepetella Coss.) ;

Var. *Boissieri* Rouy (N. Nepetella Boiss., N. Boissieri Willk. var. laciniata Willk.) ;

Var. *intermedia* Rouy (N. Nepetella Asso ?, N. Murcica Guir.) ;

Var. *alpina* Willk.

Marrubium supinum L.

Cette espèce comporte trois variétés croissant rarement ensemble, mais que l'on rencontre cependant quelque fois à la même localité, ainsi que j'ai pu le constater sur la sierra de Maimon :

Var. *Boissieri* Rouy (Barrelier, *Icon.* n° 686 ; M. sericeum Boiss. *Voy. Esp.*, pag. 508, tab. 148). — Tiges allongées (30-50 centim.), à entrenœuds très écartés ; feuilles relativement grandes, peu épaisses, à tomentum peu fourni, ne dissimulant ni le réseau des nervures sur les deux pages ni les dents.

Var. *Barrelieri* Rouy (Barrelier, *Icon.* n° 685). — Tiges plus courtes (20-30 centim.), à entrenœuds bien moins écartés que dans la var. *Boissieri* ; feuilles petites, plus épaisses, à tomentum abondant cachant presque complètement le réseau des nervures sur les deux pages et même quelquefois les dents.

Var. *bombycinum* Rouy — Tiges courtes (8-15 centim.), très tomenteuses, plongées à la base dans un tomentum épais blanc ou jaunâtre qui englobe les feuilles radicales et les pousses stériles. Feuilles très petites à tomentum blanc ou verdâtre qui les couvre et les entoure complètement, dissimulant les dents et le réseau des nervures.

Sideritis leucantha Cav.

Le *S. leucantha* est une des espèces les plus polymorphes de ce genre difficile. Normalement, ses feuilles sont lancéolées, atténuées en pétiole, aiguës, très pubescentes ou velues, plus ou moins régulièrement dentées ou lobées, à dents étalées-dressées. Mais les feuilles de cette espèce varient au point de devenir très étroites, entières, linéaires, cuspidées (c'est alors la var. *integrifolia* Coss., qui n'est autre que le *S. Bourgæana* Boiss. et Reut.), ou bien lancéolées, spathulées ou oblongues, très petites, presque régulièrement dentées, obtuses, quelquefois rétuses, et à dents obtusiuscules, mucronulées (c'est alors ma var. *oblongifolia*) [1]. Entre ces deux extrêmes, de nombreuses formes établissent la transition, principalement les var. *paucidentata* Willk., *serratifolia* Willk. et *flavovirens* Rouy.

Le *S. leucantha*, déjà si variable quant aux feuilles, ne l'est guère moins relativement à la couleur des fleurs : généralement,

---

[1] Cette variété, qui paraît être l'une des limites extrêmes de variation du *S. leucantha*, a été récoltée par MM. Huter, Porta et Rigo aux environs d'Alméria, et distribuée, innommée, par eux, sous le n° 1062 de leurs *Exsiccata ex itinere Hispanico*, 1879. Ultérieurement, et après l'avoir soumise à M. Lange, ils lui ont attribué le nom de *S. leucantha* Cav., détermination qui est exacte au point de vue de l'espèce, quoique leur plante diffère assez sensiblement des formes des localités classiques de ce Sideritis.

et lorsque la plante est en pleine floraison, les fleurs sont blanches, voire même un peu rosées ; mais lorsque les verticilles florifères inférieurs sont déjà en fruits et que seuls les derniers verticilles supérieurs ont encore des fleurs, celles-ci sont d'un blanc sale, ou jaunâtres [1].

Il y a donc lieu d'admettre pour le *S. leucantha* Cav. au moins cinq variétés, à classer dans l'ordre suivant :

Var. *oblongifolia* Rouy — Caractères des feuilles précités. Tiges courtes (10-15 centim.). Plante verte, tomenteuse seulement dans la partie florifère.

Var. *flavovirens* Rouy — Feuilles lancéolées ou oblongues, obtuses ou obtusiuscules, à dentelure variable, presque semblable à celle de la var. *serratifolia*. Plante verte, devenant jaunâtre, à partie florifère seule plus ou moins velue.

Var. *serratifolia* Willk.

Var. *paucidentata* Willk.

Var. *integrifolia* Coss.

Sideritis montana L. var. *humilis*.

Diffère de la forme *genuina* par ses tiges plus courtes (4-8 centim.) dressées, ordinairement simples à épi florifère commençant dès la base.

Beta atriplicifolia Rouy

Plante vivace. *Tige* de 50 à 80 centim., *étalée-ascendante*, *robuste*, triquètre, à angles obtus, *profondément canaliculée sur les*

---

[1] A l'appui de cette remarque, signalons ce fait que, le 7 juin 1883, sur le coteau de Puerto de Lumbreras, nous avons vu le *S. leucantha* var. *flavovirens* déjà presque passé fleurs, mais celles qui restaient étant encore blanchâtres. Cinq jours plus tard, le 12 juin, en revenant de Velez-Rubio, ce Sideritis ne possédait plus, florifères, que les deux ou trois verticilles supérieurs, et les fleurs de ces verticilles étaient d'un blanc jaunâtre, presque jaunes, ce qui aurait pu le faire prendre pour le *S. angustifolia* Benth ; mais ce dernier (S. linearifolia auct. plur.) est toutefois bien facile à distinguer du *S. leucantha* par ses feuilles et ses bractées de forme différente, ses fleurs plus petites, d'un jaune accentué, à tube de la corolle moins long, etc.

trois faces, *rougeâtre*, *très rameuse dès la base*, *à rameaux allongés* étalés-ascendants. *Feuilles* toutes épaisses, *glauques*, visiblement marginées, scarieuses, *rendues rudes par la présence de nombreuses aspérités piliformes* plus abondantes sur les nervures ; *les radicales* lancéolées, rhomboïdales, relativement *petites*, *aiguës*, *les caulinaires lancéolées*, élargies dans leur tiers inférieur, *cunéiformes à la base* et atténuées en un pétiole assez long dans les feuilles inférieures et presque nul dans les feuilles supérieures; *bractées très petites*, *dépassant à peine la fleur* ou le fruit, aiguës, étroitement linéaires. *Fleurs solitaires ou réunies par deux*, sessiles, glauques, *disposées en longs épis grêles non feuillés*. *Périgone* verdâtre, *à divisions* ovales-oblongues herbacées, mais *largement blanches-scarieuses* sur les bords, *carénées*, recourbées en capuchon au sommet, *conniventes et appliquées sur le fruit après l'anthèse* ; *stigmates ovales*.

Ce *Beta* appartient au groupe des *B. maritima* L. et *B. vulgaris* L. Je l'ai recueilli loin de toute habitation ou de champs cultivés ainsi que de terrains salés, dans des éboulis calcaires, à une altitude dépassant 700 mètres.

Euphorbia pilosa L. var. *longifolia* (E. *Cantabrica* Rouy in herb. *olim*).

Diffère :

De la forme *genuina* par ses tiges plus élevées et plus robustes, glabres ainsi que la plupart des feuilles, quelques-unes de celles-ci, principalement les inférieures, parsemées de poils en dessous, surtout sur la nervure médiane, par ses capsules glabres, papilleuses ;

De la var. *trichocarpa* Koch par ses involucres et ses capsules glabres ainsi que le reste de la partie florifère ;

De la var. *leiocarpa* Neilr. (E. procera M. B.) par ses capsules papilleuses plus grosses et ses feuilles florales ou ombellaires ovales-suborbiculaires ;

De la var. *Reichenbachiana* Boiss. par ses feuilles florales ou ombellaires ovales-suborbiculaires, obtuses, non mucronées ;

Enfin des quatre variétés précédentes par ses feuilles caulinaires moyennes bien plus allongées, plus étroites, lancéolées (8-10 cent. de long sur 1 1/2-2 centim. de large). — Plante de 60 cent. à 1 mètre.

Avena barbata Brot. var *media*.

Diffère :

De la var. *genuina* Willk. par ses épillets petits, à poils des glumelles devenant jaunâtres, par ses feuilles toutes pubescentes ou velues ;

De la var. *triflora* Willk. par ses épillets biflores à poils des glumelles seulement jaunâtres et non brunâtres ; arête dorsale moins genouillée-divariquée.

Avena bromoïdes Gouan var. *filifolia* Rouy
(A. longifolia Req. non Thore)

Cette variété, remarquable par ses longues feuilles très étroites, enroulées-sétacées, fines, presque filiformes, souvent plus longues que la moitié de la tige (partie florifère comprise), paraît se bien rapporter à l'*A. longifolia* Req., mieux en tout cas que l'*A. pratensis* comme l'a pensé Godron.

Dactylis glomerata L.

Il n'est pas hors de propos d'insister sur le polymorphisme excessif de cette espèce.

M. Hackel estime (*Catal. Gram. portug.*, pag. 23) que « le *D. Hispanica* Roth est vraiment distinct du *D. glomerata* par le sommet obtus, émarginé et brièvement aristé ou mucronulé à l'émarginature », caractère qui se conserve, dit-il, par la culture. — La forme à laquelle le nom de *D. Hispanica* Roth peut s'appliquer ne me paraît pas à ce point constante, et s'il n'a pas été constaté jusqu'à présent en Portugal d'intermédiaire entre les deux plantes, il n'en est pas de même quant aux plantes de certaines autres régions européennes, car, entre les *D. glomerata* et

D. Hispanica, viennent prendre place le *D. rigida* Haussm. (D. glaucescens Willd. ?) et ma var. *lobata*.

D'ailleurs, voici suivant quels caractères et dans quel ordre j'ai classé dans mes collections les variétés du *D. glomerata*. L.:

Var. VULGARIS Boiss. — Chaumes élevés ; feuilles planes ; épillets plus ou moins colorés, agglomérés, disposés en une large panicule ovale, dressée, unilatérale, très rameuse, à rameaux inférieurs allongés, longuement nus à la base ; glumelle inférieure acuminée, entière au sommet.

Var. DEPAUPERATA Rouy (*D. rigida* Haussm. *D. glaucescens* Willd. ?, *D. Hispanica* auct. p. p.). — Chaumes moins élevés (30-45 centim.), glaucescents ou rougeâtres ; feuilles courtes, d'abord planes, puis à la fin pliées ; épillets plus ou moins colorés, disposés en une courte panicule irrégulière, le rameau inférieur d'ordinaire seul assez longuement nu à la base, les autres rameaux très courts ou nus, ce qui rend la panicule spiciforme supérieurement ; glumelle inférieure échancrée au sommet en deux lobules aigus avec un mucron intermédiaire assez long. — *Hab.* Tyrol, bords de la Manche, etc.

Var. LOBATA Rouy (*D. Hispanica* auct. p. p.) — Chaumes assez élevés (40-60 centim.), d'un vert glauque ; feuilles d'abord planes devenant pliées et enroulées ; épillets pâles, glaucescents, disposés en une panicule spiciforme, un peu lâche, à glomérules inférieurs courtement pédonculés, écartés, les supérieurs sessiles rapprochés en épi ; glumelle inférieure émarginée-bilobée à lobes aigus avec un mucron intermédiaire assez long.— *Hab.* Espagne, Maroc, Algérie, France méridionale, Corse, etc.

Var. AUSTRALIS Willk. (*D. Hispanica* Roth, *D. cylindracea* Brot.) — Chaumes peu élevés (25-35 centim.), d'un vert glauque ; feuilles étroites rapidement pliées ou enroulées ; épillets pâles, glaucescents, disposés en panicule spiciforme étroite (souvent au point de ressembler quelque peu à celle du *Cynosurus cristatus*), non ou peu lobée à sa base, à glomérules tous sessiles, même l'inférieur ; glumelle inférieure lancéolée, échan-

crée au sommet en deux lobules ordinairement arrondis avec un court mucron intermédiaire. — *Hab.* Espagne : Murcie, Valence, Catalogne ; France : Pyrénées-Orientales, etc.

Var. MARITIMA Hack. *Catalogue*, pag. 23.

Var. JUNCINELLA Boiss. *Voy. Esp.* (*D. juncinella* Bory).

Glyceria distans Wahlbg. var. *intermedia* Rouy

Se sépare de la forme *genuina* par ses rameaux étalés-dressés ou étalés, non réfléchis après l'anthèse, les inférieurs géminés, rarement ternés, ses feuilles d'abord planes, puis enroulées.

ERRATA.

Pag. 234, ligne 7, en remontant, au lieu de Halogeton, lisez : *Haloxylon.*

Pag. 235, ligne 16, en descendant, au lieu de ledit château, lisez : ledit *coteau.*

Pag. 247, ligne 4, en remontant, au lieu de stachyoides, lisez : *stachydioïdes.*

Pag. 251, ligne 6, en descendant, au lieu de Hispanica, lisez : *hirsuta.*

Pag. 254, lignes 4 et 5, en remontant, au lieu de Malcomia Chia (probablement naturalisé), lisez *Malcomia Castellana* Rouy.

Pag. 564, ligne 5, en remontant, au lieu de Aparine, lissez : *Aparinella.*

Pag. 64, ligne 20, en descendant, au lieu de Sportum, lisez : *Spartum.*

Pag. 67, ligne 8 en remontant, au lieu de peu fixée, lisez : *peu fixé.*

Pag. 75, ligne 8, en descendant, au lieu de les uns, lisez : *les unes.*

Pag. 79, ligne 8, en descendant, au lieu de le considérer, lisez : *la* considérer.

LA BOTANIQUE A MONTPELLIER

ÉTUDES HISTORIQUES, NOTES ET DOCUMENTS

Par J.-E. PLANCHON,

L'herbier de Chirac, improprement dit de Magnol.

(*Suite et fin* [1].)

Je complète la première partie de cette étude par des observations de détail sur les divers éléments de l'herbier.

I. Observations sur les plantes intéressantes ou critiques de l'herbier Chirac.

Dans l'impossibilité de donner la liste complète des plantes de cet herbier, je me borne à quelques indications sur celles qui, sous divers points de vue, peuvent offrir de l'intérêt. Pour cela, je suivrai l'ordre des familles de la classification de la Flore de France de Grenier et Godron, en inscrivant d'abord le nom linnéen des espèces et les faisant suivre d'un ou plusieurs synonymes de Bauhin ou d'autres vieux auteurs.

Anemone pulsatilla. L. — *Pulsatilla folio crassiore et majore flore* C. B., in *Pin. Pulsatilla cærulea purpureave* J. Bauh. (Suivent d'autres synonymes de Malthiole, Gesn., Dodoens, etc.). Sur une autre feuille, deux pieds fleuris avec l'étiquette : *Pulsatillæ flores è monte Serane propè Monspelium.*

C'est là un des rares exemples d'indication de localité dans un herbier en grande partie formé de plantes cultivées. Magnol (Bot. Monsp., Append., pag. 304) signale la Pulsatille in *monte Serane*, comprenant évidemment sous ce nom au moins une partie du plateau du Larzac, car la plante ne se trouve pas sur la Sérane proprement dite.

[1] Voir pour la première partie de l'article le n° de septembre, pag. 82.

AQUILEGIA VULGARIS. L. — *Aquilegia hirsuta flore viscoso* Dni Magnol in Bot. Monsp. (une feuille), et sur une autre page un exemplaire avec fruit et restes de fleur, avec l'étiquette : *Aquilegiæ hirsutæ flores.*

Les exemplaires ainsi nommés ne sont autres qu'une simple forme de l'*Aquilegia vulgaris* et me semblent répondre à une Ancolie que j'ai vue en abondance sur les bords de la Jonte, au-dessous de Meyrueis, probablement au même endroit où Magnol a cueilli la plante de laquelle il dit, sous l'article *Aquilegia sylvestris* Pin. (vulgaris L.) : *Inveni propè Meyriols urbem, ultra montem Esperou,* SECUS FLUVIUM, *Aquilegiam hirsutam, flore viscoso, à nemine* (quod sciam) *descriptam. Quod curiosis indicandum putavi.*

Quant à l'*Aquilegia viscosa* de Gouan, elle renferme probablement deux types différents, savoir : 1° la forme de l'*Aquilegia vulgaris* que Magnol a peut-être eu en vue, et 2° une espèce très voisine de l'*Aquilegia pyrenaica* et très distincte du *vulgaris* par son port, sa manière de croître et ses caractères. On en trouvera la description parfaite dans la Flore du plateau central de feu Martial Lamotte (tom. I, pag. 56). Celle-ci habite les fentes des rochers calcaires de quelques points de l'Hérault, du Gard, de la Lozère et de l'Aveyron. A ces localités connues, il faut ajouter le mont dit *Rans de Bane.* au-dessus de Sumène (Gard), où je l'ai observée en juillet 1840.

Ce qui me fait penser que Gouan a bien pu confondre sous le nom de *viscosa* deux plantes distinctes, c'est que d'une part, dans ses herborisations il cite son *Aquilegia viscosa* aux Capouladoux, localité où on ne l'a jamais trouvée, et que d'autre part, dans son *Flora Monspeliaca* (pag. 267), où le *viscosa* a été pour la première fois décrit, les localités signalées sont Meyrueis et le Vigan, où la vraie plante existe [1].

---

[1] C'est évidemment par inadvertance que M. Loret (in *Herb. de la Lozère et Prost.*, pag. 40) accuse Gouan de n'avoir pas voulu citer Magnol au sujet de cet *Aquilegia* visqueux. Gouan cite, en effet, d'une manière un peu erronée l'auteur du *Botanicum monspeliense,* sous cette forme *Mag. Bot.*, 24, au lieu de *Magn. Bot.*, 26, mais il n'a pas eu l'idée de rien s'approprier de cet auteur sans le mentionner.

Pour si imparfaites d'ailleurs que soient les descriptions de cet *Aquilegia viscosa*, soit dans le *Flora Monspeliaca*, soit dans les *Illustrationes* de Gouan; pour si fruste qu'en soit la figure dans ce dernier ouvrage, on ne peut guère douter qu'il ne s'agisse de la plante à laquelle doit rester ce nom de *viscosa*, et qui se distingue de l'*Aquilegia vulgaris* par la moindre proportion de toutes ses parties, par sa teinte grisâtre, par ses fleurs peu nombreuses et d'un bleu pâle, par sa manière de croître dans les fentes des rochers.

C'est avec les *Aquilegia alpina* et *pyrenaica* qu'il faut comparer le *viscosa*. Je crois, avec MM. Loret et Barrandon (*Flore de Montp.*, tom. II, pag. 795), que notre type des Cévennes est le même qui se trouve à la Font de Comps, au-dessus de Prades (Pyrénées Orientales), et qui existe également au mont Ventoux. Mais il faut attendre d'avoir pu comparer ces plantes sur le vif pour émettre une opinion ferme sur leurs rapports ou leurs différences.

Saponaria officinalis B. hybrida. Linn. Sp., pag. 584. — Lamk. Dict. 6, pag. 525. — Saponaria officinalis γ hybrida Seringe, in DC. Prodr. 1, pag. 365.— Saponaria hybrida Mill. Dict. n° 23.

L'herbier renferme deux exemplaires de cette curieuse monstruosité : l'un consistant en un rameau stérile dont les feuilles supérieures forment trois cornets (constitués chacun par une feuille unique) ; l'autre florifère, avec un axe primaire flexueux, pourvu de feuilles alternes à base rétrécie en un court pétiole embrassant : des deux rameaux latéraux, l'un a des feuilles opposées, l'autre des feuilles alternes. L'inflorescence, en cyme dichotome, montre des fleurs gamopétales rappelant celles des *Nicotiana*. Le premier exemplaire est étiqueté : *Saponaria concava anglica* Bauh. in Prodr. Gentiana folio convoluto J. Bauh. Gentiana concava Ger. Saponaria anglica convoluto folio Parkins.

Le second porte l'inscription : Saponaria concava anglica cum floribus.

Cette remarquable plante, aujourd'hui peut-être perdue pour les jardins, fut découverte en Angleterre, dans le comté de Northampton, par le botaniste Gerarde, vers la fin du XVIe siècle, et, d'après *l'English Botany*, retrouvée dans les collines sablonneuses au nord de Liverpool. Tous les anciens botanistes (J. Bauhin, G. Bauhin, Parkinson, Morison, etc.) en ont parlé. Ce dernier en a donné une figure d'ensemble, en notant ce fait qu'il a vu la plante produire des graines dans le jardin de Blois, tandis qu'elle n'en donnait pas en Angleterre. Magnol la cite comme étant cultivée dans le jardin de Montpellier vers la fin du XVIIe siècle, probablement à l'époque où Chirac a dû y recueillir les exemplaires de son herbier.

Partant de l'idée fausse que des hybrides peuvent se produire entre plantes de types très différents, Linné, dans sa curieuse dissertation intitulée : *Plantæ hybridæ* (Amœnit. acad., tom. III, pag. 38, ann. 1751), suppose, sans preuve aucune, que la Saponaire en question provient du *Saponaria officinalis* et d'une Gentiane indéterminée. Mais plus tard, dans son *Species plantarum*, il rapporte la plante comme simple variété à la Saponaire commune, en ajoutant : « *Hybrida varietas singularis, instar alterius Peloriæ antirrhini, quæ ex Saponariâ transit in monopetalam Gentianam* ».

La vérité, c'est que cette monstruosité, vraiment très curieuse, semble faite exprès pour prouver combien facilement on pourrait passer des Polypétales aux Gamopétales, et quel parallélisme de formes, comme à certains égards de structure, se manifeste entre les Caryophyllées et les Gentianées, parallélisme également marqué entre les Caryophyllées et les Primulacées.

La Gamopétalie par soudure de pétales existe normalement dans beaucoup de Thalamiflores (Linées, Diosmées, Plumbaginées, que je regarde comme voisines des Linées, Malvacées, etc.). Il n'est pas étonnant qu'elle se produise par anomalie dans un Saponaria.

L'analyse que j'ai faite d'une des fleurs de la monstruosité en question m'a fait voir dans sa corolle infundibuliforme, au som-

met d'un court gynandrophore : 1° cinq filets stériles subulés et courts (trace de 5 des étamines) ; 2° un ovaire allongé, uniloculaire, terminé par deux styles et du fond duquel s'élevait à la place du placenta une autre feuille carpellaire ouverte sur le côté et flanquée d'un rudiment de seconde feuille carpellaire, le tout sans traces d'ovules.

Il serait vraiment intéressant de retrouver cette plante (déjà perdue du temps de Linné) et d'en faire sur le vif une étude complète. C'est dans le but d'attirer sur ce sujet l'attention des botanistes, que j'écris ici cette longue note.

Geranium pratense L. = Geranium batrachioides gratia Dei Germanorum C. B. cum flore magno ex Pyreneis.

Je ne cite ici cette plante que parce que l'origine géographique en est indiquée, et comme preuve que, depuis et après Richer de Belleval, les Pyrénées étaient exploitées au profit du Jardin des Plantes de Montpellier.

Saxifraga aizoides L. — Sedum alpinum umbilicatum luteum Petri Laugerii medici Senedensis in Galloprovinciâ — puis en surcharge : Flore pallido C. B. Pin. 284 (cette dernière phrase de la main d'Aimé-François Chicoyneau, qui a écrit également) : Sedum primum montanum luteum J. B. 3, 693 (en biffant les quatre premiers mots) ; puis (de la même main de A.-F. Chicoyneau) : Sedum minus VI sive alpinum 1 Clus. LX (les deux premiers mots biffés).

Au-dessous de ces inscriptions on voit, écrit de la mauvaise écriture de Claude Chaptal : Sedum (mot biffé), Sedum alpinum hirsutum (mots biffés), folio longiore. Sedum alpinum roseum acuto folio hematodes majus hort. reg. paris (synonyme évidemment faux.)

Je cite cette plante parce que, bien que le lieu d'origine n'en soit pas indiqué, on a toute raison de présumer qu'elle a été recueillie dans les Alpes, probablement par Pierre Laugier, médecin de Seynes (Basses-Alpes). C'est ce même Laugier, professeur de médecine à Aix (en Provence), qui fut le maître de Magnol et

qui fut aussi attaché comme botaniste au célèbre Jardin de Blois, où Gaston d'Orléans avait réuni tant de plantes rares. Dans une Notice manuscrite sur Pierre Magnol par son fils Antoine, Notice que je me propose de publier, se lit le passage suivant: « A Aix il trouva de grands secours auprès de M. Laugier, professeur de médecine, qui, par la grande connaissance qu'il avait des plantes, s'est acquis la confiance de Gaston, duc d'Orléans. » J'ai cité plus haut (pag. 88) Pierre Laugier à propos de l'*Hypericum Richerii.*

La gloire d'avoir donné des leçons, ou tout au moins des conseils à Pierre Magnol, aurait dû sauver le botaniste d'Aix de l'oubli qui couvre son nom. Je ne le trouve mentionné ni dans l'admirable histoire de la botanique que Tournefort a donnée sous le titre d'Isagoge, ni dans l'ouvrage de Garidel sur les plantes de Provence. M. Boreau (Flore du Centre, introduction, pag 19, 1re édition), écrit, en citant Ann. du Mus., tom. II, pag. 8 : « On ne sait rien de bien précis sur Laugier, professeur en médecine à Aix, grand amateur en botanique et qui fut le maître du célèbre Magnol ». A cette mention si incomplète je puis ajouter comme renseignement la matricule de Pierre Laugier, c'est-à-dire son inscription parmi les étudiants de notre Université de Médecine [1] :

Ego Petrus Laugerius, magister in artibus, Sedenensis, fui examinatus à Domino Varandæo, procuratore in omni genere philosophiæ, cumque dignus hâc celebri matriculâ judicarer, et à Reverendo Domino Saporta, vice-cancellario, in eâdem receptus sum.

Datum Monspelii, 25 octobris 1603.

Cette date prouve que Laugier dut être un élève de Richer de Belleval. Je l'ai cité, du reste, dans ma Notice sur Belleval (Montp. 1869, pag. 51), comme ayant possédé un cahier des planches inédites de son maître actuellement conservées à la Bibliothèque du Muséum. J'en ai parlé aussi dans la même Notice

---

[1] Pièce découverte après la publication de la première partie du présent mémoire. Le mot *et* à la fin de la troisième phrase de la matricule existe dans l'original, mais devrait être biffé comme inutile et écrit par inadvertance.

(pag. 61) sous le nom de Jean Laugier (que lui donnent les frères Haag, dans la France protestante), comme ayant donné sa fille à Abel Brunyer, fils d'un docteur de Montpellier du même nom, c'est-à-dire de l'Abel Brunyer, d'Uzès, qui fut, avec Laugier, Marchant et Morison, un des botanistes attachés au jardin de Gaston d'Orléans, à Blois.

Campanula rotundifolia. L. — Campanula alpina linifolia cærulea C. Bauh. in Bot Monsp. eximie depicta Clariss. Dni Magnol curâ.

Cette phrase, écrite par Chirac, prouve que la plante à laquelle elle se rapporte a dû être recueillie après l'année 1676, date de la publication de la pr emière édition du Botanicum Monspeliense, et avant 1686, date de la publication du premier Appendice du même ouvrage. Car, postérieurement à cette dernière date, l'auteur aurait vu que Magnol, dans l'Appendice, a corrigé sa première détermination, parce qu'il avait observé, dans l'intervalle, les feuilles radicales arrondies, qui lui ont fait rapporter son Campanula alpina linifolia, etc., au Campanula minor alpina rotundioribrus imis foliis de Clusius (Campanula rotundifolia L.).

II. Énumération des plantes d'Espagne, des Pyrénées ou du midi de la France données a Chirac (?) par *Tournefort*.

Le premier nom inscrit pour chaque espèce est le nom Linnéen ou moderne, d'après notre détermination.

Des phrases synonymiques qui suivent, la première est celle de Tournefort, dans ses Éléments de botanique : celle-là, inscrite au bas de la feuille, est de la main de Tournefort lui-même ; la seconde, inscrite au haut de la feuille de l'herbier, est probablement de la main de François Chicoyneau ; mais il y a souvent une troisième inscription (sous la seconde), probablement de la main d'Aimé-François de Chicoyneau, fils de François.

1° Ranunculus bulbobus L. — Ranunculus magnus valdè hirsutus J. B. — Ranunculus montanus, lanuginosus, foliis Ranunculi pratensis, repentis C. B. Pin. 182.

Parmi les nombreuses espèces de Renoncule que Magnol énumère dans son Hort. reg. Monspeliensis (ann. 1697), on voit figurer un Ran. magnus valdè hirsutus J. Bauh. Mais ces synonymes répondent an *Ranunculus lanuginosus* de De Candolle, plante des Alpes, des Pyrénées ; tandis que la plante dont il est ici question est la forme velue du *bulbosus*, que Gouan a appelée *lanuginosus*, et que MM Loret et Barrrandon (Fl. de Montp., 1, pag. 19) disent être le valdepubens de Jordan, Diagn. nouv., pag. 84. C'est probablement la plante que Magnol (Bot. Monspel., pag. 216) appelle Ranunculus magnus valdè hirsutus J. Bauh.

3. Cardamine latifolia Vahl. — Nasturtium aquaticû supinû pyrenaicû purpurescente flore altissimû.... Sisymbrium pyrenaicum, latifolium purpurescente flore Inst. R. herb. 226.

Plante exclusivement pyrénéenne et qui ne figure pas dans l'Hortus Monspel. de Magnol.

4. Cardamina parviflora L. — Sinapi parvum siliqua hirsuta C. B. — Sinapi parvum siliquâ asperâ C. B. in Pin., in Phytop. et Prodr. descriptum.

5. Arabis turrita. L. — Turritis major Plateau Clus. — Leucoium hesperidis folio Inst. R. h. 221. *Glastifolia* cichorioides J. Bauhini et turritis 2 Clusio J. B. 2, 836. Turrita major Plateau Clus. Hist. CXXVI.

6. Arabis alpina. L. — Draba siliquosa alba C. B. (au verso de la feuille, de la même main) : An hesperis alpina muraria J. B. — Draba alba siliquosa Casp. Bauhini. Draba 2 Clus. Pan. et Hist. — Leucoium vernum, perenne, album majus Inst. R. h. 221.

7. Erysimum australe Gay. — Leucoium sylvestre luteum C. B. — Leucoium sylvestre angustifolium Casp. Bauhini in Pin. Viola lutea sylv. Trag. leucoium sylvestre minus Gesn. hort. Leucoium sylvestre Clus. Pan. et Hist. Cam. Tab. Ger. Leucoium sylvestre flore luteo Bry.

Puis au-dessous, d'une autre main : Hesperis leucoii folio non serrato, siliquâ quadrangulâ hist. R. herb. 223.

Cette phrase, et en général celles qui sont tirées des Institu-

tiones de Tournefort, sont postérieures aux précédentes et probablement écrites par Aimé-François Chicoyneau.

8. Reseda phyteuma L. — Resedæ affinis phiteuma C. B. — Reseda vulgaris C. B. Pin. Reseda lutea J. B. Reseda Plinii neotericorum, belgis eruca peregrina vel cantabrica Lob. icon. 222. Gall. Réséda jaune.

9. Cerastium alpinum L. B. lanatum Gren. et Godr. Lychnis incana repens C. B. — Myosotis incana repens Inst. R. herb. 244. Lychnis incana repens C. B. Pin. 206.

10. Arenaria montana L. — Pas d'inscription au bas de la page (la plante n'a pas été recueillie par Tournefort). En haut de la page, probablement de la main d'Aimé-François Chicoyneau : Alsine hyperici folio D. Vaill. (Domini Vaillant). L'espèce étant indigène à Paris, il est probable que l'échantillon a été donné à Aimé.-Fr. Chicoyneau par Vaillant ou bien que A.-F. Chicoyneau l'a recueillie lui-même, ce qui prouverait son intervention dans la formation de l'herbier commencé par son grand-père Chirac.

11. Stellaria nemorum L. — Alsine montana latifolia flore laciniato C. B. — Alsine montana latifolia flore laciniato C. B. in Pin 251. Alsine montana hederacea maxima Column.

12. Gypsophila repens L. — Caryophyllus muralis minimus C. B. — Caryophyllus muralis minimus Casp. Bauh. in Pin. funica (*sic* ! pour Tunica) minima Lugd.

13. Silene rupestris L. — Alsine alpina glabra Casp. Bauh. in Pin. sub 21 in Phytop. et in Prodromo sub 3 descriptum.

Lychnis saxatilis, alpina, glabra, punmila Inst. R. herb. 338.

14. Silene nicaensis All. — Au bas de la page, au lieu d'un nom, Tournefort a écrit : « dans l'apendix (sic !) de Magnol, qu'il dit avoir eu (lire : qui dit l'avoir eue) de Salvador», et en effet Magnol dit cela à propos de la plante qu'il appelle Lychnis minima hispida noctiflora. — En haut de la page, de la main de Aimé-F. Chicoyneau (?) : Lychnis minima hispida noctiflora. Bot. Monsp. app.

Tournefort a dû rapporter cette plante de la Catalogne.

15. Erodium supracanum l'Hérit. — Willk. et Lange Prodr. Fl. hisp. III, pag. 532. — Geranium petræum cicutæ folio latifolium radice longissima è monte Serrato. — En haut de la page : Geranium petræum, etc., ex monte Serrato à clarissimo Botanicorum principe Domino Tournefort allatum (ceci est probablement de la main de François Chicoyneau) : plus bas, probablement de la main d'Aimé-François Chicoyneau : Geranium hispanicum magna radice cicutæ folio crassiori Schola botan. (L'ouvrage de Tournefort intitulé *Schola botanica* est de 1789.)

Espèce très remarquable dont l'échantillon a dû être sûrement rapporté du mont Serrat par Tournefort lui-même.

16. Erodium malacoides L. — Geranium malacoides majus (?) ex Galliâ narbon. — En haut : Geranium malacoides majus ex Galliâ narbonensi — puis au-dessus, probablement de la main de F.-A. Chicoyneau : Minus C. B. Pin. 319. Prodr. 138.

C'est exactement notre plante de Montpellier.

17. Erodium laciniatum Willd. — Willk. et Lange Prodr. Fl. hisp., III, pag. 539. — Geranium malacoides minus Bauh. in Prodr.— Geranium malacoides minus C. B. in Pin. et Prodr.

Ces deux dernières phrases, l'une de Tournefort, l'autre de François Chicoyneau, sont inexactement appliquées à une plante méridionale, car le synonyme de Bauhin se rapporte à une plante des environs de Rouen (circà Rothomagum reperitur, écrit expressément Gaspard Bauhin, Prodr. pag 138).

Quant à la détermination d'*Erodium laciniatum*, je l'ai établie sur de nombreux échantillons bien nommés de France et d'Espagne. Les exemplaires recueillis près de Barcelone par M. Costa et envoyés à l'herbier de notre Conservatoire de la Faculté de Médecine par M. Lange, sont tous semblables à celui de Tournefort ici en question.

18. Geranium pyrenaicum L. — Geranium columbinum perenne pyrenaicum elatius. — Geranium columbinum perenne pyrenaicum (maximum) Dni Tournefort. Le mot *maximum* a été ajouté par une autre main, en surcharge, de manière à reproduire la phrase descriptive de la plante, telle qu'elle se trouve

dans les *Institutiones* de Tournefort. Je cite la chose comme preuve que les noms écrits de la main de Tournefort sont antérieurs à la publication des Institutiones, c'est-à-dire à l'année 1700.

19. Geranium pratense L. — Geranium batrachioides aconiti folio C. B. — Geranium batrachioides folio aconiti C. B. in Pin. Geranii species 3 Gesn. hort. geranii majoris species, 1 eid. ap. geranium 2 vel batrachioides alterum Clus. Pan. et Hist. geranium sive batrachium cæruleum Tab. geranium batrachioides Ger.

20. Rhamnus frangula L. — Alnus nigra baccifera C. B. Alnus nigra baccifera Caspari Bauhini 428, Anornus Crescentio. Frangula Matth. Dod. Lugd. Alnus nigra Dod. Galen. ad. Lob. Cam. Thal. Jovis barbæ species Bellon. cult. Alnus nigra baccifera Lugd. Alnus baccifera Tab. Arbor fœtida Lon. Siler Plinii quibusdam monente Lugd. Faulbaum Trag. Aulne noir.

La première phrase : Alnus nigra baccifera de Gaspard Bauhin, est écrite de la main de Tournefort : c'est une preuve qu'il était novice lorsqu'il a donné ces plantes; car plus tard, dans ses Institutiones (pag. 587), il a grand soin de faire de la plante le type du genre *Frangula*, en disant qu'il faut la faire sortir du genre *Alnus*.

Notons en passant que les vieux auteurs (antérieurs à Tournefort) rapprochaient systématiquement les plantes, non par la fleur et le fruit, bien que Gesner eût indiqué ces organes comme bases de la formation des genres, mais sur des ressemblances purement extérieures des organes végétatifs.

21 Ononis tridentata L. A. angustifolia β dentata Lange Pugill. ex Willk. et Lange Prodr. fl. hisp., III, pag 413. — Anonis hispanica frutescens folio crithmi chrysanthemi Dni Tournefort.

Encore un nom provisoire que Tournefort a changé dans ses Éléments de botanique (1694), car Magnol, dans son Hortus regius Monspeliensis (1697), figurant la plante et la décrivant d'après Tournefort, l'appelle : *Anonis hispanica frutescens folio tridentato carnoso* Élém. bot., et c'est aussi la phrase qui se trouve dans les Institutiones.

22. Astragalus epiglottis L. — Astragalus hispanicus humi

fusus siliqua epiglottidi similis. — Astragallus (sic) hispanicus humi fusus siliqua epiglottidi simili Domini Tournefortii. (La même main qui a écrit la phrase suivante, probablement Aimé-François Chicoyneau, a ajouté à celle-ci : H. : l. Bat. (hortus Lugduno Batavus) — Astragalus pumilus siliquâ epiglottidis formâ Inst. R. herb. 416. C'est aussi la phrase que cite Magnol (Hort. Monsp., pag. 27) en l'extrayant des Éléments de bot. de Tournefort.

23. Torilis helvetica Gmel. — Caucalis Mathiolina J. B. — Caucalis arvensis echinata parvo flore et fructu C. B. Pin. (Cette phrase est d'une écriture un peu différente de celle que j'attribue à François Chicoyneau.) La phrase du haut de la page a disparu, enlevé par les ciseaux du bon Bouchet-Doumenq, qui croyait donner ainsi des autographes de Magnol !

24. Artemisia camphorata Vill. — Abrotanum humile corymbis majoribus aureis hort. Reg. — Abrotanum humile corymbis majoribus aureis hort. Reg. Parisiensis.

C'est la forme à feuilles glabres.

25. Matricaria inodora L. — Chamæmalum alpinum altissimum inodorum Tour. — Chamæmalum alpinum altissimum inodorum Dni Tournefort. — La plume d'Aimé-François Chicoyneau a biffé les mots *altissimum* et Dni Tournefort, en modifiant la phrase comme suit : Chamæmelum alpinum magno flore tenuissimo folio inodorum Inst. R. herb. 494.

26. Hieracium amplexicaule. L. — Doronicum pyrenaicum foliis longioribus superioribus caulem amplexantibus. — Doronicum pyrenaicum foliis longioribus superioribus caulem amplexantibus Domini Tournefort.

Ici Tournefort s'est trompé, même pour le genre de la plante, en prenant une chicoracée pour une corymbifère ; mais il a rectifié plus tard cette erreur, car il mentionne dans ses *Institutiones* (pag. 474) un *Hieracium pyrenaicum longifolium amplexicaule* qui doit être la plante ici en question.

Sur une feuille séparée se trouve un exemplaire imparfait de la même espèce, mais à feuilles radicales plus larges, qui ne

porte pas d'étiquette de Tournefort, mais qui pourrait être l'*Hieracium pyrenaicum rotundifolium amplexicaule* de ses *Institutiones*. Au haut de la feuille portant cette plante, François Chicoyneau (?) inscrit l'étiquette suivante: Hieracii species ex pyrenæis plurimum accedens ad Pilosellam sive Pulmonariam luteam angustiori folio valdè pilosam J. B.

27. Hieracium cerinthoides L.— Doronicum pyrenaicum longifolium parvo flore Tournefort. — Doronicum pyrenaicum longifolium parvo flore Domini Tournefort.

Même observation que ci-dessus. Le prétendu Doronicum est devenu dans les Institutiones un Hieracium, et probablement l'*Hieracium Pyrenaicum folio cerinthes, angustifolium* Schol. bot.

L'exemplaire est imparfait. Il se rapporte probablement à la forme glabrescente signalée par Grenier et Godron.

28. — Lactuca saligna B. runcinata Grenier et Godron Fl. Fr. 11, pag. 319. — Lactuca silvestris angusto laciniato folio C.B. Lactuca sylvestris odore viroso C. B. Pin.

La première phrase est de la main de Tournefort. La seconde en haut de la page est peut-être de la main d'Aimé-François Chicoyneau. Exemplaire imparfait réduit à un fragment de tige, avec feuilles roncinées portant quelques poils aculéiformes sur la nervure médiane.

29. Scorzonera parviflora Jacq. — Scorzonera pratensis angustifolia e paludibus latere (sic). — Scorzonera lusitanica plantaginis folio Inst. Rei herb. 171 (en réalité 476).

La seconde phrase est probablement de la main de A.-F. Chicoyneau. Latere est mis dans la première phrase pour *Lateræ*, de Lattes, près Montpellier.

29. Scorzonera hirsuta L.— Scorzonera hispanica gramineo folio hispanica Tournefort (sic). Tragopogon gramineo folio radice villosâ C. B. Pin.

Exemplaire imparfait, mais qu'on peut bien distinguer du *Tragopogon crocifolius* L.

30. Gregoria Vitaliana Duby.— Grenier et Godron. Fl. de Fr. 11, pag. 453.— Sedum montanum jasmini lutei flore folio

Gnaphalii montani Tournefort.— Saxifraga tridactylites alpina minor et villosi (sic ! pour villosa) Sedum tridactyles (sic !) alpinum minus C. B. Pin. 284.

Ces deux derniers synonymes, de la main de Claude Chaptal (?), sont évidemment erronés. La première phrase, de la main de Tournefort, ne se trouve pas dans les Institutiones. C'est un nom provisoire qu'il a dû changer complètement et que je ne retrouve pas dans la liste de ses Androsace.

31. Cynoglossum officinale L.— Cynoglossum creticum latifolium fœtidum C. B.— Cynoglossum creticum latifolium fœtidum C. B. in Pin. Cynoglossum creticum 2 Clus. Hist.

32. Thymus capitatus. Hoffmans et Link. — Coridothymus capitatus Reichb. fils.—Willk. et Lange Prodr. fl. hispan.

Thymus capitatus qui Dioscor. C.B. Thymus capitatus qui Dioscoridis C. B. Pin. 219. Thymum creticum sive antiquorum J. B. 3 part. 2. 262. Thymum cephalotum Dod. Pempt. 265. Thym de Crête.

33. Thymus Serpillum L. — Serpillum longifolium hispidum J. B. Serpillum thimi folio B. (en réalité Serpyllum folio Thymi J. Bauh. Pin. pag. 221)— Serpillum longifolium hispidum J. B.

Cette dernière phrase est de la main de François Chicoyneau.

34. Calamintha acinos Clairv.—Clinopodium montanum C. B. Clinopodium montanum C. B. in Vin. Clinopodium austriacum Clus. Pan. et Hist. Ces deux derniers synonymes sont de la main de F. Chicoyneau[1].

35. Galeopsis pyrenaica. Bartl.

Urtica aculeata foliis servatis altera C. B.— Galeopsis procerior aculeata, flore purpurascente Instit. 185. Urtica aculeata folis serratis C. B. Pin. 232.— Cannabis sylvestris quorumdam, urticæ inerti affinis J. B. 3 app. 854.

Tournefort avait d'abord adopté provisoirement la phrase du Pinax : Urtica aculeata, etc. Mais, plus tard, il rectifie dans ses

---

[1] La première phrase est de Tournefort et la seconde de François Chicoyneau, la troisième d'Aimé-François Chicoyneau.

Institutiones cette dénomination absurde et range la plante avec raison dans son genre Galeopsis.

36. Stachys sylvatica L.—Pseudostachys alpina C. B. Galeopsis alpina Betonicæ folio flore variegato inst. R. herb. 185.

37. Sideritis scordioides L. Loret et Barrand. Fl. de Montpellier 11, pag. 524.— Sideritis scordioides Monspeliaca Adversar. — Sideritis foliis hirsutis profunde crenatis C. B. Pin. 233. Monspessulana J. B. 3, 42 b. Monspeliaca scordioides floribus luteis tragoriganum prassoides francisci pennini Lob. icon. 525.

38. Teucrium pyrenaicum L.—Chamædri (*sic*) pirenaica repens flore conglomerato Dni Tournefort. — Chamædrys pyrenaica repens flore conglomerato Domini Tournefort (cette phrase est de la main de François Chicoyneau). — Au-dessous, de la main de Claude Chaptal : an uid Veronica (sic !) pour *an ? Vide Veronicam.*

Dans les Institutiones de Tournefort la même plante est devenue le Polium Pyrenaicum, supinum, hederæ terrestris folio.

Bien qu'il puisse sembler singulier que Tournefort, en se citant lui-même, ait employé l'expression de *Domini Tournefort*, il est certain que la première phrase citée est parfaitement de sa main. L'écriture en est exactement la même que celle des autres inscriptions du bas des feuilles. J'ai pensé un instant que ce pourrait être celle d'Antoine de Jussieu ; mais ce dernier aurait employé la phrase descriptive des *Institutiones* et non pas la phrase provisoire de Tournefort.

40. Allium subhirsutum L.— Moli parvum umbellatum caule triangulo C. B. Allium caule triangulo Hist. R. herb., pag. 385. Ces deux synonymes cités, le premier par Tournefort, le second par Aimé-François Chicoyneau, sont tous deux erronnés. L'échantillon, bien qu'imparfait, peut être aisément rapporté à l'Allium subhirsutum L.

41. Scolopendium officinale L. Forma monstrosa, dichotome cristata.—Lingua cervina minor crispa uno pediculo trifolia Hort. reg. par. — Lingua cervina minor uno pediculo singulari folio trifido Hort reg. Paris. — Lingua cervina ramosa, minor, foliis multifidis et crispis Inst. R. h. 595.

III. Explication des autographes.

N° 1. Matricule de Pierre Magnol. On remarquera la forme des g et des p, qui ne se retrouve pas dans les inscriptions des plantes de l'herbier attribué à tort à Magnol.

N° 2. Quittance, sur parchemin, d'Antoine Magnol, fils du précédent (j'en ai reçu l'original de feu mon ami le Dr Fages). Remarquer certains e qui, suivis d'une consonne (n, c, p), détachent sur la consonne un petit crochet qui leur appartiendrait normalement.

Cette écriture est très distincte de toutes celles de l'herbier.

N° 3. Matricule de Pierre Chirac.

N° 4. Une des étiquettes de la partie de l'herbier que j'attribue à Chirac.

On pourra noter des différences de détail entre les deux écritures n° 3 et n° 4, et une manière différente d'orthographier le mot Chicoyneau ; mais l'écriture de la même personne varie souvent nuances d'une époque à une autre, et l'orthographe du nom Chicoyneau, n'étant pas bien fixée quant à la place de l'i et de l'y, a pu varier, bien que généralement l'i y précède l'y.

N° 5. Matricule de François Chicoyneau.

N° 6. Premières lignes d'une des lettres écrites de Marseille par François Chicoyneau pendant la peste de cette ville, conservées à la Bibliothèque de notre Faculté de Médecine. Ces lettres ont été publiées par M. le Dr Ulysse Coste.

N° 7. Une des étiquettes que j'attribue à François Chicoyneau.

N° 8. Une des étiquettes que j'attribue à Aimé-François Chicoyneau.

La différence entre les deux écritures est ici peu prononcée, mais elle est très évidente dans l'ensemble de l'herbier, les lettres d'Aimé-François Chicoyneau étant plus anguleuses, plus étroites, et l'encre toujours plus foncée que celle des inscriptions de François Chicoyneau.

N° 9. Une des étiquettes des plantes qui ont été recueillies et

données par Tournefort. Cette étiquette, écrite en bas de la feuille de l'*Astragalus epiglottis*, fait pendant aux deux précédentes, qui occupent le haut de la même feuille.

N° 10. Deux mots de l'écriture de Tournefort extraits d'un de ses manuscrits conservés à la Bibliothèque du Muséum et intitulé *Catalogus plantarum horti parisiensis.*

N° 11. Autre spécimen de l'écriture authentique de Tournefort, d'après la première lettre écrite par lui à Monseigneur le comte de Pontchartrain, pendant son voyage en Orient (Bibliothèque du Muséum).

N° 12. Specimen de l'écriture d'Antoine de Jussieu, tiré d'un manuscrit de la relation de son voyage en Espagne et en Portugal (Fonds Jussieu, à la Bibliothèque du Muséum).

On sera frappé de la ressemblance de cette écriture avec celle de Tournefort.

N° 13. Specimen des étiquettes d'une main inconnue fixées à une des séries d'échantillons de plantes renfermées librement dans du papier gris (au lieu d'être collées sur de belles feuilles blanches, comme celles de l'herbier principal).

N° 14. Spécimen des étiquettes attachées à des plantes identiques avec les précédentes et formant une double série avec elles ; j'attribue ces étiquettes à Claude Chaptal, dont l'écriture se retrouve aussi, çà et là, sur les feuilles blanches de l'herbier principal.

N° 15. Copie de quelques lignes d'un manuscrit très volumineux sur les herborisations autour de Montpellier, que j'attribue à Claude Chaptal. On observe des différences de détail entre les écritures des étiquettes n° 14 et l'écriture du manuscrit n° 15 ; mais ce ne sont que des nuances, et Chaptal (Claude) est le seul botaniste montpelliérain du milieu du XVIIIe siècle auquel le manuscrit des herborisations puisse être attribué. Je publierai du reste, sur ce manuscrit, des éclaircissements appuyés de preuves de son attribution exacte à Chaptal.

N° 16. Copie d'une des étiquettes des quelques plantes de l'herbier de débutant mêlés à l'herbier Chirac-Chicoyneau. Sur le papier qui porte cette étiquette, on lit par transparence la date

de 1777. La plante à laquelle le nom se rapporte est le *Rumex thrysoides* Desf.(R. intermedius DC.).

IV. Conclusions finales.

L'étude de détail à laquelle j'ai soumis toutes les plantes de l'herbier improprement dit de Magnol n'a fait que confirmer dans leur ensemble mes conclusions premières. Sur un seul point, je crois devoir les modifier : c'est en attribuant à François Chicoyneau les premières inscriptions ajoutées aux inscriptions primitives de Chirac, et dans lesquelles les *Éléments de botanique* de Tournefort sont cités, à l'exclusion des *Institutiones* du même auteur [1]. (les *Éléments* sont de 1692 et les *Institutiones* de 1700). Quant aux phrases tirées des *Institutiones* et au classement des plantes d'après le dernier ouvrage, tout me porte à croire qu'il faut le rapporter à Aimé-François Chicoyneau, fils du précédent, et que nous savons avoir, le premier, classé d'après Tournefort le Jardin des Plantes de Montpellier.

En résumé, l'herbier en question aurait été commencé par Chirac, continué par son élève François Chicoyneau, puis par son petit-fils Aimé-François. On pourrait donc l'appeler herbier Chirac-Chicoyneau.

Vers le milieu du XVIII siècle, il serait passé des Chicoyneau à Claude Chaptal, que nous savons avoir quelque temps enseigné la

---

[1] Je suis arrivé à cette conclusion en rencontrant dans l'étude de détail de l'herbier et dans des recherches nouvelles faites aux archives de notre Université de Médecine, la preuve de l'identité complète de l'écriture de François Chicoyneau et de l'écriture des étiquettes qui sont venues s'ajouter en premier lieu aux étiquettes primitives de l'herbier Chirac. Je citerai notamment à cet égard, d'une part, l'étiquette du *Sedum alpinum umbilicatum*, etc. (*Saxifraga aizoides* L), mentionnée ci-dessus, pag. 255 et, d'autre part, une pièce relative à l'admission à l'examen du baccalauréat en médecine d'un étudiant nommé Delestrac, à la date du 11 novembre 1724, pièce écrite de la main de François Chicoyneau et signée par lui (Registre, n° 14). Du reste, la confusion est facile à faire entre les écritures de François Chicoyneau et de son fils Aimé-François, parce que leurs écritures se ressemblent et que tous deux signent souvent Chicoyneau Cancellarius et Judex, sans nom de baptême.

botanique dans le Jardin des Plantes, et qui fut le dernier représentant de l'École tournefortienne, à côté du linnéen Gouan.

Ainsi l'histoire de cet herbier, de la fin du XVIIe siècle jusque vers la fin du XVIIIe, serait aussi l'histoire du règne de Tournefort dans l'École de son maître Magnol ; ainsi les choses matérielles sont aussi l'expression des idées, et cette collection, qu'une légende erronée attribuait à l'auteur du *Botanicum monspeliense*, est un souvenir de l'influence de l'École des Bauhin, des Magnol et des Tournefort, c'est-à-dire des représentants d'une période glorieuse de la Botanique descriptive, période dont le triomphe de la nomenclature et de la classification linnéennes ne doit pas faire oublier la grandeur et les services.

NOTES MALACOLOGIQUES

Par E. DUBRUEIL.

TROISIÈME FASCICULE

La supériorité de la méthode malacologique sur la méthode conchyliologique est, de nos jours, un fait généralement reconnu : c'est la seule naturelle. Loin de notre esprit la pensée qu'il faille rejeter la méthode conchyliologique ; on est forcé d'y recourir dans la classification pour une infinité de genres et d'espèces dont les caractères tirés de l'organisation ne sont point connus. Nous voulons seulement prouver, comme préface à notre travail, qu'elle est, ainsi que le système de Linné, purement artificielle. Il est de bons esprits, et peut-être Deshayes était, et sûrement les disciples de l'École moderne sont de ce nombre, qui croient que tout caractère interne est traduit dans la structure du test.

Rien ne nous paraît plus contestable que ce principe, et, avant de commencer à exposer ces quelques observations malacologiques, nous essayerons de démontrer le peu de fondement de cet adage, non seulement pour les espèces, mais encore pour les coupes les plus relevées de la classification.

La plus relevée de ces coupes est sûrement la division des

Mollusques en univalves et en bivalves. Nous ne citerons, comme exemple du peu de valeur de la méthode conchyliologique, que l'erreur d'abord commise par Lamarck lui-même, qui, sur la simple inspection du test, avait rangé parmi les genres de bivalves la coquille dont il a fait plus tard le genre *Concholepas*. Ce n'est qu'après avoir vu l'animal et l'opercule de cette espèce qu'il l'a placée dans la même famille que les *Purpura*. Ce mollusque, dont l'anatomie est aujourd'hui bien connue, semble avoir reçu son rang définitif (*Concholepas peruvianus*).

La preuve de la supériorité de la méthode malacologique est une chose facile à donner pour les genres. Croit-on qu'il soit possible de distinguer, sur la forme seule, certains *Ancylus* de certains *Patella*, de la section du *cærulea*? Aussi Lamarck avait-il placé à la suite l'un de l'autre ces deux genres, dont la distinction serait impossible si elle était basée sur les seuls caractères de la coquille. La chose devient facile, à présent qu'il est établi que les Ancyles sont des pulmonés et les Patelles des pectinibranches. Comme travail malacologique achevé, nous recommandons celui de Moquin-Tandon, et nous sommes à nous demander ce que Gassies a pu prendre pour une branchie dans un genre dont les espèces ne sont point réduites à une taille assez minime pour permettre une semblable erreur.

L'incertitude de la place à lui assigner dans la classification se reproduit encore à propos du fameux *Paludina simoniana*. On en est encore à savoir si c'est une espèce terrestre ou fluviatile. M. Bourguignat, qui l'a étudié en dernier lieu, en a fait d'abord un pectinibranche, et ensuite un pulmoné; toutefois sa description de l'animal n'a rien de positif et de certain. La description de la coquille est parfaitement exacte. Ce genre, très répandu dans les deux rivières la Mosson et le Lez, qui baignent les alentours de Montpellier, ne se rencontre que dans les alluvions. Il n'a été recueilli à l'état vivant, dans la source de Fouradade (Pyrénées-Orientales), que par Massot. C'est au milieu de la mousse affleurant l'eau du ruisseau qu'il a pu récolter trois ou quatre exemplaires de ce Mollusque, si ballotté dans la classification ; malheureusement le

docteur regretté n'a pas examiné l'espèce au point de vue anatomique ; il n'a pas même observé s'il avait ou non d'opercule [1].

Si la place à donner à ce genre devient incertaine faute d'inspection de l'organe respiratoire, celle du genre *Ampullaria* devient difficile à assigner sur son examen. Les Ampullaires sont rangées à côté des Paludines. Mais on donne seulement pour caractère à la famille d'être douée d'une branchie. Or, il est constaté aujourd'hui que ces Mollusques possèdent aussi une poche pulmonaire. Caillaud, Deshayes et bien d'autres s'étaient trompés sur la valeur de cette poche, qui est un véritable poumon. Les travaux de MM. Jourdain et Sabatier, insérés dans les Comptes rendus, ont mis cette question hors de doute[2]. Mais il existe des formes de coquilles transitoires entre ce genre et le genre Paludine : c'est qu'il existe aussi des formes transitoires entre les animaux.

Cette dernière idée, un peu transformiste, est permise en considérant ce qui se passe chez certains *Lymnœa minuta* de Souabe, qui, se tenant toujours dans la profondeur de l'eau, respirent par une branchie ; ce qui justifie pleinement la désignation qu'avait donnée Moquin à la famille renfermant les Mollusques de ce genre (*Inoperculés pulmobranches*).

Ce n'est pas que nous voulions faire une même famille des Paludines et des Lymnées, qui diffèrent tant sous d'autres rapports: nous avons seulement l'intention de constater un fait.

Le genre *Helix*, conchyliologiquement parlant, est si considérable, qu'on a senti la nécessité de répartir ce genre en coupes artificielles, dont quelques auteurs ont fait des genres. Pour notre part, nous n'aurions garde d'accepter cette répartition générique. Le genre en question doit être basé sur deux choses : la présence de la poche du dard, et spécialement des vésicules multifides. Grâce à ces deux organes particuliers, la séparation de certaines formes en coupes génériques deviendra, non

---

[1] Le fait nous a été affirmé par Massot lui-même.

[2] Nous ferons paraître prochainement la description de l'appareil générateur de de ce genre, étudié sur des sujets que nous devons à l'obligeance des professeurs Marion et Collot, et précédée d'un historique du genre.

seulement possible, mais encore fondée, et ces coupes auront un caractère de certitude que ne pouvait leur donner la méthode conchyliologique.

Ainsi, au point de vue anatomique, nous conservons les *G. Carocallina* et *Vortex*, mais mondifiés ; le genre *Zonites* est un genre purement artificiel. Quels caractères en effet lui assigner ? L'aplatissement de la spire, l'absence de bourrelet à la bouche, ne sauraient constituer des caractères sérieux pour en faire une coupe d'une valeur que Deshayes redoutait tant de créer qu'il est tombé quelquefois dans le défaut inverse[1]. Le genre est de Montfort : c'est tout dire. Or, au point de vue malacologique, il n'est pas de genre plus fondé. Abstraction faite de la forme de la mâchoire, qui éloigne les Zonites des Arions et des Hélices, pour les rapprocher des Limaces, il a pour caractères d'une valeur réelle l'absence de poche du dard et celle de vésicules multifides, remplacées par une prostate vaginale. Si l'on veut pénétrer plus avant et rechercher les particularités anatomiques de l'animal, on sera frappé de leur nombre et de leur importance. Ce sera d'abord, et surtout, la formation du capréolus dans un autre organe que le flagellum, qui n'existe jamais chez les espèces de Zonites[2] ; ce sera la cécité de la verge et son manque de fourreau ; ce sera la disposition de la poche copulatrice, médiane en tout temps autre que celui de la fécondation, lorsqu'elle a reçue le capréolus ; ce sera la présence de deux orifices générateurs, enveloppés par un sphincter commun, entraînant, comme conséqence, l'absence de bourse commune[3] ; ce sera enfin la position de l'orifice commun.

On avouera que la séparation des *Bulimus* d'avec *Helix* repose sur des particularités de moindre valeur.

---

[1] Dupuy est le premier qui ait donné le branle à un mouvement qui ne tend à rien moins qu'à faire perdre la notion de l'espèce, mouvement que Moquin a été impuissant à arrêter.

[2] Nous avons été le premier à signaler ce fait, reconnu aujourd'hui par tous les malacologistes, notamment par Fischer, dans son Manuel en voie de publication.

[3] La connaissance de cette particularité est due à notre ami le prof. Sicard, qui a aussi fait connaître une glande située près du pneumostome. (Voir Stabile ; *Mod. du Piémont.*)

Où doit-on placer le genre *Zonites* ? avant ou après le genre *Helix*? La question est pour nous insoluble et vient à l'appui de ce fait, qu'il est impossible de classer les Mollusques en série linéaire. Comme exemple de classification, celle de Moquin-Tandon paraît la plus naturelle; elle débute par les Arions et continue par les Limaces, les Testacelles, les Parmacelles, les Vitrines, les Ambrettes, les Zonites[1] et les Hélices. Et pourtant elle semble être peu fondée sous certains rapports. Le genre Arion, par exemple, possède une mâchoire analogue à celle du genre Hélice, mais il a une glande caudale que n'ont pas les Hélices et qu'ont les Zonites : ces derniers, sous ce rapport, devraient être rapprochés du premier genre; mais les Limaces, qui n'ont pas à la queue de pore muqueux, sont munies d'une mâchoire qui offre plus de ressemblance avec celle des Zonites que celle du genre Hélice, en tête duquel Moquin les a placées.

Et qu'on ne croie pas que cette incertitude sur le rang à lui assigner règne seulement à l'occasion du genre *Zonites* ; elle existe pour bien d'autres coupes de la même valeur. Ainsi, il semble, au premier abord, que rien n'est plus naturel que de faire suivre le genre *Bulimus* du genre *Pupa*, en retirant de ce dernier les espèces analogues au *P. quatridens* de Draparnaud. Eh bien ! cette série cesse d'avoir ce caractère si l'on examine la conformation du canal déférent, au moins pour les Maillots de la faune française. Ce canal est, comme celui des Zonites, divisé en deux parties d'inégale largeur ; de sorte que le capréolus pourrait bien être formé dans cet organe, qui possède quelques caractères de structure pareils à ceux du flagellum, et que le genre *Pupa* pourrait bien être aux *Zonites* ce que sont les *Bulimus* au genre *Helix* (*P. cinerea*, *variabilis*, *secale*, *frumentum*, *polyodon*, *muscorum*, *marginata*).

Pour en revenir au genre *Helix*, il est une forme dont la séparation de ce genre ne peut être motivée que par des particulari-

---

[1] Ce genre n'est pas accepté par Dupuy, dont la classification générique est à peu près celle de Moquin.

tés anatomiques : nous voulons parler des espèces de la forme de *l'H. candidissima*. Dupuy, conchyliologiste éminent, l'a le dernier rangé parmi les Hélices; Moquin en a fait, avec plus de raison, un Zonite : le premier de ces auteurs ne considérait que la coquille, le second tenait surtout compte de la mâchoire. Cependant l'appareil générateur de ce prétendu Zonite est spéciale et vient justifier la création du genre *Leucochroa*, Beck [1].

De même qu'il existe des caractères anatomiques pour la distinction du genre *Helix* des genres *Zonites* et *Leucochroa*, il doit certainement en exister pour la séparation d'autres genres. En pourrait-il être autrement si l'on considère la forme si particulière de *Helix polygyrata*, de l'*H. carabinata*, etc.?

D'autres formes qui sont particulières à quelques contrées, les îles Philippines par exemple, rentrent dans le même cas. Malheureusement nous ne connaissons pas même la mâchoire de ces Hélices les plus répandues, comme l'*H. polychroa*. L'examen anatomique de quelques grandes espèces de Bulimes de Nouvelle-Calédonie a entraîné leur distinction en une coupe générique spéciale [2] ; pourquoi n'en serait-il pas de même pour les Hélices dont nous venons de parler [3] ?

Le genre *Rumina*, fait pour le *Bulimus decollatus* de Draparnaud, trouve sa confirmation dans certaines particularités de son appareil générateur, particularités ignorées et sur lesquelles nous nous proposons de revenir. C'est Risso qui est l'auteur de ce genre; en présence d'un tel parrain, dont M. Bourguignat a fait, avec juste raison, ressortir les erreurs sans fin, une preuve de plus ne nous semble pas inutile à l'appui de son acte de baptême [4].

---

[1] Voir le fascicule II de ces Notes et notre Catalogue des Mollusques de l'Hérault.

[2] Nous avons été assez heureux pour pouvoir étudier l'appareil générateur chez deux grandes espèces de Nouvelle-Calédonie.

[3] Nous sommes redevable au Dr A. Dugès, qui est pour nous non pas un ami, mais un frère, de nous avoir rapporté avec l'animal beaucoup d'espèces terrestres de la Martinique.

[4] Nous regrettons de trouver l'opinion de Gassies sur la fracture de la spire de cette espèce reproduite dans le Manuel de Fischer. La cause en est purement accidentelle. (Voir notre Catalogue.)

Toujours en donnant la préférence à la méthode malacologique, la distinction de certaines espèces en *Pupa* et en *Vertigo* est des plus faciles ; il se produit ici le contraire de ce que nous avons signalé pour le genre *Leucochroa* : Moquin est dans l'erreur, Dupuy dans le vrai. Ce dernier, en effet, fait remarquer que dans nos espèces françaises de *Vertigo*, les tentacules inférieurs sont accusés par un bouton. Ce bouton n'est que le point où se terminent les filets nerveux, qui existent dans ce genre comme dans le genre *Pupa*.

Étant donnée la coquille privée de l'animal du *Cœcilioides acicula*, force serait de la rapporter, avec Lamarck, au genre *Achatina*, bien caractérisé par la forme de sa bouche. Ce n'est que l'absence du globe oculaire qui distingue cette coupe, établie par Férussac. Nous avons été assez heureux pour recueillir en abondance le *C. acicula* vivant, et nous avons pu constater, à l'appui de sa cécité, que c'est toujours sous et non pas sur les pierres situées très profondément que se tient cette espèce, et cela même par les pluies les plus intenses[1].

Le genre *Zua* nous paraît assez naturel, tant conchyliologiquement que malacologiquement parlant ; la forme de la partie mâle de son système génital est à signaler.

Les genres voisins doivent-ils être conservés au point de vue malacologique ? L'anatomie n'en est pas encore établie.

Nous n'en finirions pas si nous voulions continuer cette revision des genres à l'appui de la primauté à donner à la méthode naturelle. Citons seulement, parmi les Mollusques fluviatiles, la confusion qui, sur l'examen de la coquille, existerait entre les Paludines, les Bythinies, les Hydrobies, les Cyclades, les Pisidies, si on n'avait égard aux particularités anatomiques.

Reste à parler de l'application de cette méthode à la distinction des espèces. Sans discuter ici la valeur, pour nous très grande, de ces dernières, nous dirons que le secours de l'examen

---

[1] Le Muséum a reçu de nous des échantillons de cette espèce avec l'animal, échantillons qui manquaient à ses collections, si pauvres sous le rapport malacologique.

externe et interne de l'animal est indispensable pour la détermination certaine de beaucoup d'entre elles.

Quel est le système organique qui nous servira de point de repère pour cette distinction spécifique ? Ce sera l'appareil générateur.

Quelle portion de cet appareil devrons-nous prendre pour guide? Nous allons entrer dans quelques détails sur ce point, en citant comme exemple celui des Gastropodes pulmonés et pectinibranches terrestres et fluviatiles ; nous prouverons après que les Mollusques marins univalves présentent les mêmes particularités. Ces particularités se remarquent dans divers organes, et nous ne saurions dire que c'est sur telle ou telle partie de l'appareil que nous nous baserons pour la détermination des formes spécifiques. Pour le genre *Helix*, ce sera sur la conformation de la poche du dard et du dard lui-même, de la verge et de son fourreau, et spécialement sur le nombre et la forme des vésicules multiformes et multifides. Nous sommes les premiers à reconnaître que la distinction des espèces de ce genre basée sur les différences de la verge, de la poche du dard, et peut-être même du dard, présente des caractères très peu tranchés, du moins en général ; pourtant il est quelques cas où les particularités de ces organes peuvent servir de règle certaine.

Pour les vésicules multifides, il en est autrement. Et certes il ne faut pas être un anatomiste bien habile pour trouver ces vésicules. On n'a qu'à faire mourir dans l'eau le sujet qu'on veut étudier, le placer sur une planchette de liège ou sur une plaque de cire colorée, ouvrir soigneusement jusqu'au collier la peau du corps proprement dit, pour découvrir les vésicules multifides et pour les examiner à l'aise, à l'aide d'ue simple loupe.

Cette importance est si vraie que M. Bourguignat, quoique partisan de la méthode conchyliologique, a eu recours à notre méthode pour établir aux dépens de l'*H. lactea* son *H. apalonena*, qui constitue une excellente espèce[1]. Nous-même, nous

[1] L'*H. Paladilhe* du même auteur est aussi, sous le rapport anatomique, une espèce très légitime. (Voir notre Catalogue.)

nous sommes servi de considérations tirées des vésicules multifides pour prouver que l'*H. cantiana* n'habitait pas le midi de la France, et que l'espèce qui se rencontrait dans ces régions était l'*H. Galloprovincialis*.

Hatons-nous de dire que nous trouverons une vive opposition à nos idées chez les disciples d'une nouvelle École dont nous reconnaissons la valeur.

Occupons-nous d'abord du genre *Helix*. Si ce genre peut être réparti en plusieurs coupes génériques, sur l'examen de la présence des vésicules multifides et du dard, le même genre peut et doit être distribué en espèces, sur l'inspection des mêmes organes. Car on est forcé de reconnaître que, même pour les espèces d'Europe et d'Afrique, les efforts des partisans antérieurs de la méthode conchyliologique, efforts basés sur les particularités du test, ont été aussi vains que ceux des auteurs nos contemporains partisans de la même méthode.

On nous permettra tout d'abord de rapporter quelques preuves de l'impuissance des conchyliologistes d'aujourd'hui pour les espèces d'Hélices, en nous réservant d'exposer les mêmes erreurs pour les espèces fluviatiles et marines.

Il est une forme européenne et africaine bien caractérisée, celle de l'*H. lactea*. Or, il est absolument impossible de distinguer par la coquille cette forme en espèces. Pour l'*H. vermiculata* la chose est aisée ; mais pour l'ancien *H. lactea* il en est autrement. Ainsi, la séparation de cette espèce en espèces nombreuses créées par M. Bourguignat laisse extrêmement à désirer et n'est fondée sur aucune diagnose certaine, du moins quant aux formes africaines, car, pour la seule française de cette nature, le même conchyliologiste, comme nous l'avons déjà dit, l'a établie sur l'inspection des vésicules multifides, bien différentes de celles de l'*H. lactea* typique. Cette Hélice, *H. apalonena* Bourg., est une des meilleures espèces qui ait été introduite depuis longtemps dans la faune française. C'est dans le département des Pyrénées-Orientales et celui de l'Aude (presqu'île de Leucate),

qu'elle se rencontre. Nous avons, il y a déjà quelque temps, reçu cette espèce des Pyrénées-Orientales (environs de Rivesaltes), et pu constater sur des sujets vivants l'exactitude de la description anatomique de M. Bourguignat. Toutefois, au point de vue de la coquille, elle ne diffère point de l'*H. lactea*, dont le type africain, comme pour bien d'autres formes, est beaucoup plus développé; mais si l'on considère les résultats de ce type en Espagne, on trouvera une similitude de taille, similitude qui fera douter de la valeur de certaines espèces. L'*H. apalonena* est-il une création spéciale? Résulte-t-il d'un croisement entre l'*H. lactea* et l'*H. vermiculata*? Nous ne saurions le dire. Contentons-nous d'affirmer que le premier de ces deux Mollusques ne franchit pas les Pyrénées, et qu'un essai d'acclimatation dans l'Hérault tenté par M. Moitessier avec des sujets andalous de cette espèce, a été couronné d'un résultat négatif[1].

Que dire des variétés de l'*Helix variabilis*, dont beaucoup ont été élévées au rang d'espèces par les auteurs actuels? Il n'est pas une de ces variétés qui ait des caractères anatomiques distincts, pas même celle qu'on a voulu assimiler à une Hélice recueillie par Drouet aux îles Baléares. Les espèces d'Asie-Mineure sont dans ce cas, dont l'évidence est démontrée pour nous pour les espèces africaines. Il n'est pas d'Hélice plus variable dans ses formes et ses dimensions ; sa forme peut être analogue de celle de l'*H. cespitum*, ou conique comme celle de l'*H. pyramidata*; entre ces deux extrêmes, il y a une infinité de degrés intermédiaires. Quant à sa dimension, elle varie entre celle d'un fort *H. ericetorum* et celle d'un *H. lineata*. De plus, quelques échantillons présentent un rudiment de carène au dernier tour, et enfin d'autres des traces de cloisons à l'intérieur du même tour. On n'a qu'à recueillir une centaine d'*H. variabilis*, et la chose est

---

[1] Nos essais d'introduction dans l'Hérault de l'*H. apalonena* n'ont pas eu plus de succès.

[2] Nous ne saurions trop applaudir à ce résultat, persuadé que nous sommes que de tels essais, s'ils réussissaient, auraient pour effet de faire perdre à notre contrée son caractère propre; ce n'est pas sans raison, selon nous, qu'on a reproché à Touchy d'avoir introduit dans la flore de l'Hérault certaines plantes exotiques.

faciles pour s'assurer de la vérité de cette assertion et voir dans ces sujets un passage entre l'*H. cespitum* et l'*H. pisana*. Ne jugeant que sur la forme, les conchyliologistes ont construit sur l'*H. variabilis* une infinité d'espèces.

On est heureux d'avoir, pour se guider dans un tel dédale, les caractères certains que nous fournit l'appareil générateur.

Ces caractères aideront encore à distinguer la var. *minor* de *H. variabilis* de l'*H. lineata*. Il suffit aux amateurs de rencontrer au voisinage du rivage une Hélice de cette taille à premier tour de spire très foncé, à forme bombée, pour être persuadés qu'ils ont reccueillis l'*H. maritima* de Draparnaud. Or, pour être assuré d'avoir trouvé ce dernier, il est indispensable de constater l'état de la poche du dard. Nous avons rencontré en abondance, aux Arcs, près de Saint-Martin-de-Londres, une variété de l'*H. variabilis* qui ressemble, à s'y méprendre, à l'espèce en question, sous le rapport du test.

La séparation de l'*H. cespitum* de quelques formes de l'*H. ericetorum* est d'une difficulté insurmontable, tellement insurmontable que le secours de l'anatomie est de bien faible valeur. Nous sommes tenté de croire que celle de ces espèces qui présente l'ombilic le moins grand est le résultat d'un croisement entre l'espèce à ombilic plus prononcé et l'*H. variabilis*, et n'aurait pas été l'objet d'une création spéciale. Cette supposition nous est permise si nous observons ce qui se passe entre l'*H. variabilis* et l'*H. pisana*, qui s'accouplent et donnent des résultats féconds [1], et surtout entre certains *Pupa*.

Non contents de s'en tenir à ces deux espèces si difficiles à différencier, les auteurs modernes les ont encore morcelées à l'infini.

L'*H. neglecta* est aussi l'objet d'une confusion pareille. Nous avons tenu à savoir ce que les conchyliologistes actuels regardent comme cette Hélice de Draparnaud, et nous avons demandé cette fameuse forme à bien des collecteurs ; il n'y a que les sujets de

---

[1] Paladilhe est le premier à avoir observé ce fait.

cet *Helix* à nous envoyés par Drouët qui offrent un caractère tant soit peu tranché. De telle sorte, que nous sommes encore porté à trouver dans cette espèce le produit d'une hybridation entre deux espèces voisines. Avec un tel système, on pensera peut-être que nous sommes enclin, non pas à étendre, mais à restreindre le nombre des espèces; nous nous avouons coupable de cette faute, si faute il y a, sans toutefois suivre en cela les principes de Moquin-Tandon, notre maître, qui a écrit dans sa Préface que le nombre de formes spécifiques irait en diminuant avec les progrès de la science moderne.

Cette tendance à créer de nouvelles espèces n'a pas fait grâce aux formes les plus tranchées, et il n'est pas même jusqu'à l'*H. Raspailii* qui n'ait été l'objet d'une répartition des trois ou quatre espèces.

Nous verrons, dans la suite de ce travail, que pour les autres genres un effet semblable s'est produit, effet qui a eu pour résultat d'augmenter la confusion entre les espèces de genres déjà si difficiles à distinguer. Cette confusion a été portée à son comble pour les espèces marines, dont, pour la plupart, même celle de la Méditerranée, l'anatomie est inconnue. .

Notre dessein est, en premier lieu, de faire une étude approfondie des vésicules multifides chez la plupart des Hélices de France et chez quelques espèces exotiques. On voudra bien nous pardonner ces vues, peut-être ambitieuses, en se rappelant, avec le Dr Baudon, «que la critique est le seul moyen d'éclairer certains points obscurs de la science».

(*A continuer.*)

REVUE SCIENTIFIQUE.

Zoologie.

Der Flug der Libellen.— Ein Beitrag zur Anatomie und Physiologie der Flugorgane der Insecten ; par R. de Lendenfeld.— *Académie des Sciences de Vienne*, 1881.

Tel est le titre d'un volumineux et intéressant Mémoire présenté à l'Académie des Sciences de Vienne par de Lendenfeld, de l'Université de Gratz. Ce Mémoire est orné de 7 planches et de 13 gravures sur bois; il n'a pas encore été traduit ni même analysé en France.

L'auteur débute par des considérations générales sur la position des ailes par rapport au corps et sur celle du centre de gravité. Le centre de gravité oscille pendu sur la ligne de réunion des insertions alaires (Plateau). La pointe des ailes des chauves-souris décrit une ellipse à long axe voisin de la verticale (Marey). Il en est de même chez les oiseaux, tandis que les insectes constituent une exception, la pointe de leurs ailes décrivant un 8 de chiffre (Petigrew, Marey), à axe plus ou moins couché sur l'horizontale. Une autre différence entre les vertébrés et les insectes : chez les premiers, l'aile a son maximum de largeur à la base ; chez les seconds, au contraire, dans les parties centrifuges.

Les petits insectes ont relativement des ailes plus grandes que les grands, et cela se comprend aisément à l'examen de la formule : $R = \frac{L^4 \alpha^3}{t^3} f(x)$ [R, résistance de l'air ; L longueur du bord antérieur de l'air ; α amplitude du coup d'aile ; t durée de cette amplitude], formule déduite de ce fait d'observation, que la résistance de l'air sur un corps est sensiblement proportionnelle à la troisième puissance de la vitesse de ce corps. Ici l'auteur dresse une table où à côté du chiffre du poids de l'animal figure le chiffre de la superficie alaire; le premier est au second comme 1 gram. à 90 millim. chez la grue d'Australie, comme 1 à 268 chez le moineau, comme 1 à 2.489 (Æschina cyanea), comme 1 à 28.710 chez le Colias Rhamni.

L'auteur glisse un mot sur la généalogie des insectes. A l'origine, on aurait des types à quatre ailes semblables et membraneuses (*névroptères planipennes*, *libellulides*, certains *orthoptères*), donnant ensuite deux branches de bifurcation : 1° dans l'une, l'aile postérieure

tend à disparaître (*lépidoptères rhopalocères*, — *hyménoptères*, *sphyngides*, *diptères*); 2° dans l'autre, elle tend à régner seule (*orthoptères*, *coléoptères*, *strepsiptères*).

Ceci posé, l'auteur s'occupera des libellulides seulement (*Libellulina cordulina*, *gômphina*, *Æschnina*, *colopterygina*, *agriona*).

Squelette. — Il accuse avec raison Marey et Petitgrew de n'avoir pas assez tenu compte des détails anatomiques. On ne saurait lui faire le même reproche, car sur le tergum il ne distingue pas moins de 38 pièces chitineuses, la plupart avec un mode d'articulation spécial; le tout est minutieusement décrit, trop minutieusement peut-être. Cette nomenclature nous paraît exagérée. Il serait trop long de la citer et de la discuter; nous ne retiendrons seulement de cette étude que quelques faits de nature à justifier certaines expériences de physiologie.

Ainsi, par exemple, la nervure antérieure (*radius primus*) roule sur l'humérus, et celui-ci à son tour sur la scapula ; la nervure médiane (*radius tertius*) s'articule en charnière avec le coude tergal (*basilare radii tertii*) ; la nervure postérieure (*radius quintus*) a, grâce à son ligament, la faculté de participer aux mouvements des deux nervures précitées; celles-ci ont trois axes de rotation : un horizontal, un vertical et un longitudinal, c'est-à-dire qu'elles peuvent rouler autour de leur propre axe. Ainsi s'expliquent ces retournements de plan alaire signalés par certains physiologistes.

Les nervures inférieures (*radius secundus*, *R. quartus*, *R. sextus*) ont un rôle purement passif.

Ailes. — Structure générale. Analogie de structure des deux ailes. Les libellulides peuvent voler avec une seule paire d'ailes; le vol est beaucoup plus gêné si on enlève la paire d'ailes postérieures. Le *pteropstigma* n'a aucuné importance pour le vol. Les parties de la surface alaire peuvent rouler les unes sur les autres dans le sens longitudinal, mais une flexion de l'aile dans une direction perpendiculaire à sa surface est impossible. — Tableau des proportions de la surface alaire comparée au poids chez les libellulides.

Muscles, ligaments.— Il y a huit muscles alaires qui sont abducteur (premier pectoral ou abaisseur antérieur); pronator radii primi (petit abaisseur antérieur); flexor (deuxième pectoral ou abaisseur postérieur); flexor R. quinti et adductor R. quinti (petits abaisseurs postérieurs); pronator, supinator (abaisseurs moyens). Les insertions inférieures de ces muscles nous semblent manquer de précision ; l'insertion supérieure du flexor nous déroute complètement, et nous

cherchons vainement les traces des muscles dorsaux, fulcro-basilaires et transversaux.

Mouvements des ailes. — Cette dernière partie est purement physiologique. La méthode des appareils enregistreurs a des inconvénients pour étudier la courbe décrite par la pointe de l'aile. Il vaut mieux dans ce but employer la photographie : les rayons lumineux sont projetés au moyen d'un héliostat sur une grande lentille, puis sur une plus petite ; ils n'arrivent dans l'appareil photographique qu'après avoir traversé un petit trou, et celui-ci peut se fermer assez vite de manière à ce que la lumière n'agisse que 1/2000 de seconde. L'insecte est fixé par une aiguille enfoncée légèrement par la face sternale, et porté entre les deux lentilles.

La comparaison des divers moments photographiques lui a permis de vérifier la courbe en 8 de chiffre; il a achevé de la rendre palpable par une épure de géométrie descriptive (tafel. VII), et c'est une excellente idée.

Nous ne suivrons pas de Lendenfeld dans la discussion de la courbe et nous laisserons pour le moment de côté toute espèce de critique dans les détails.

Somme toute, la lecture de ce Mémoire témoigne d'un esprit analytique et patient, et ne saurait être que profitable à tous ceux qui étudient les organes du vol.

Dr Amans.

NÉCROLOGIE

La *Revue des Sciences naturelles* vient de perdre un de ses meilleurs collaborateurs, A. Robin, docteur ès sciences et préparateur à la Faculté des Sciences de Paris. Robin, qui avait fait une excellente thèse sur les *Chéiroptères*, était en train de publier la traduction du *Traité d'Embryologie comparée* de Balfour. Il a été interrompu dans ce travail, si bien commencé, par une cruelle et longue maladie qui l'a conduit au tombeau. D'autres mains auront le soin de terminer cette œuvre très utile.

La perte de Robin sera péniblement ressentie par tous ceux qui ont pu apprécier ce savant consciencieux, ce travailleur infatigable qui commençait à peine à recueillir le fruit de ses rudes labeurs. On ne peut regarder sans une profonde mélancolie à cette existence si courte, si bien remplie, et qui semblait mériter un autre couronnement. Né dans une situation de fortune modeste, Robin a lutté avec acharnement contre les difficultés qui en résultaient, et il a succombé à la tâche. On peut justement dire de lui, qu'il est mort au champ d'honneur. C'est là à la fois un sujet de douleur et une consolation pour ses parents, dont il a toujours été le fils le plus dévoué, et que nous prions d'agréer le plus sincère témoignage de notre profonde sympathie.

Nous tenons d'autant plus à donner à la mémoire du jeune et distingué savant cette dernière marque de regrets, que Robin a été pendant quelques mois Professeur suppléant à la Faculté des Sciences de Montpellier, où il a laissé parmi ses Collègues de bien précieux souvenirs.

A. Sabatier.

L'Éditeur-Gérant : Charles BOEHM.

Montpellier. — Typogr. et Lithogr. Boehm et Fils.

MÉMOIRES ORIGINAUX.

ESSAI

D'UNE

MONOGRAPHIE LOCALE DES CONJUGUÉES

Par M. Fr. GAY.

DEUXIÈME PARTIE.

ÉTUDE DE LA FLORE DE MONTPELLIER ET DES CÉVENNES

I. — ESQUISSE DE LA RÉGION ÉTUDIÉE.

La surface territoriale qui a formé le champ de mes recherches se divise en deux régions naturelles : une région montagneuse et une région des plaines. Celle-ci comprend la portion calcaire du bassin de l'Hérault, que j'ai étudiée surtout dans sa partie supérieure, aux environs de Ganges et Saint-Martin-de-Londres, les bassins du Lez et de la Cadoule, une partie du bassin du Vistre et toute la zone littorale comprise entre Lattes et Roquehaute. Cette région, qui correspond à peu près à la partie septentrionale de la région de l'Olivier, offre des conditions climatériques qui la font ranger dans la zone tempérée chaude. L'altitude des vallées, presque nulle ou très faible dans la portion méridionale, qui touche à la mer, s'élève peu à peu vers le nord, mais ne dépasse pas 200 mètres, même au voisinage de la région montagneuse. Les plus hauts sommets atteignent, il est vrai, 600 mètres (pic Saint-Loup) et 900 mètres (la Sérane) ; mais ils n'ont d'intérêt qu'au point de vue de l'influence légère qu'ils peuvent exercer sur le climat des vallées voisines, car eux-mêmes, en raison de leur constitution calcaire, sont impropres à toute végétation aquatique. Toute la

région des plaines appartient au versant méditerranéen et est soumise à l'action des vents chauds qui arrivent de la mer. La température moyenne de l'année y atteint 15° environ, celle de l'hiver étant de 6°-7° et celle de l'été de 23°. Les pluies, assez fréquentes en hiver, sont rares en été ; aussi la plupart des stations qu'affectionnent les plantes de la famille des Conjuguées disparaissent-elles pendant la saison chaude, ou du moins elles offrent des conditions impropres à leur développement[1]. Les eaux de cette région sont essentiellement riches en calcaire, mais à des degrés variables, ce qui est en rapport avec la nature même du sol.

La région montagneuse comprendra pour moi les divisions de la chaîne des Cévennes qui limitent au nord les départements de l'Hérault et du Gard, soit à l'ouest le Saumail, l'Espinouse et le Carroux (alt. max. 1000-1100 m.), et à l'est l'Aigoual (1500 mèt.); je n'ai pu visiter la région intermédiaire des Causses. Mais j'ai ajouté à mes observations dans les Cévennes l'étude du pays montagneux compris entre le Mont-Lozère, Châteauneuf-de-Randon et Mende, c'est-à-dire l'extrémité sud de la Margeride et les vallées avoisinantes ; l'altitude y varie entre 1000 et 1400 mètres. La région, ainsi limitée, doit être divisée en deux sous-régions naturelles. En effet, le versant méridional des Cévennes présente, dans les vallées qui confinent à la région des plaines, des conditions très semblables à celles qu'offre cette dernière. Si les pluies y sont un peu plus abondantes, à cause du voisinage des hauts sommets, et la moyenne de la température de l'hiver un peu moins élevée, la saison chaude y amène les mêmes résultats, c'est-à-dire le dessèchement des ruisseaux et des mares. La nature schisteuse du sol et la pauvreté des eaux en calcaire la distinguent seules de la région des plaines ;

---

[1] Dans les mares du mamelon basaltique de Roquehaute (près d'Agde), les Conjuguées, assez abondantes au printemps, commencent à disparaître au mois de juin, bien que l'eau ne soit pas entièrement évaporée ; à ce moment, la température de l'eau atteint dans le jour un degré assez élevé pour paraître chaude au contact de la main.

mais ce caractère n'a pas une importance capitale au point de vue de la distribution géographique des Conjuguées. J'ai étudié cette sous-région dans les vallées qui convergent vers Sumène (Gard). Au contraire, les plateaux et le versant septentrional des Cévennes ont, avec les parties de la Lozère que j'ai étudiées, ce caractère commun d'être soumises aux conditions climatériques qui forment le trait distinctif des régions subalpines. L'altitude de cette région montagneuse proprement dite ne dépasse pas 1500 mètres ; sa limite inférieure correspond à peu près au point où commence la zone du Châtaignier. Les pluies y sont fréquentes ; la température moyenne de l'année est de 6°-9°, celle de l'hiver de 0°-3° et celle de l'été de 12°-15° ; les eaux sont toujours froides. Enfin, le sol est schisteux et granitique.

Les points de cette région que j'ai spécialement étudiés sont : dans la Lozère, le plateau du Palais-du-Roi (1200-1400 mèt.) ; dans la Margeride, les vallées de Gourgons et de Châteauneuf-de-Randon (1000 mèt.) sur le versant oriental de cette montagne, la vallée de Rieutor sur le versant occidental, les environs de Bagnols-les-Bains et d'Allenc, localités situées entre le Mont-Lozère et la Margeride. Dans les Cévennes, mes recherches se sont étendues sur l'Aigoual (1000-1500 mèt.), le Carroux, l'Espinouse et le Saumail (1000 mèt. env.). Dans la description qui va suivre, c'est cette région que je désignerai sous le nom de région montagneuse, séparant ainsi les vallées méridionales des Cévennes, où la flore n'est plus la même.

II. — ESPÈCES.

Trib. **Desmidiées.**

Gen. CYLINDROCYSTIS Meneghini.

1. **C. Brebissonii** Meneghini 1838, *Cenn. sull. org. et fisiol. del. Alg.*, pag. 5 et 26 ; *Palmella cylindrospora* Brébisson 1835, *Alg. de Falaise*, pag. 64 ; *Closterium cylindrocystis* Küt-

zing 1845, *Phycol. germ.*, pag. 132 ; *Penium Brebissonii* Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag. 153, pl. XXV, *fig.* 6.

Long. 42-47 μ ; larg. 12-20 μ.

Hab. : Commun dans toute la région montagneuse. — Juillet-août.

2. C. tumida. — (Pl. V, *fig.* 1.)

Cellules trois fois aussi longues que larges, *renflées dans leur partie médiane*, à *sommets tronqués*, élargis, légèrement convexes. Membrane glabre. Chromoleucites en étoiles irrégulières.

Long. 72-76 μ ; larg. 27-30 μ.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail. — Juillet-août.

Tous les *Cylindrocystis* signalés jusqu'ici ont des cellules cylindriques; l'espèce que j'ai trouvée dans les Cévennes se distingue donc aisément par ses cellules renflées.

Gen. MICRASTERIAS Agardh.

1. M. denticulata Brébisson 1853, *Alg. de Falaise*, pag. 54, pl. VIII ; Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 70, pl. VII, *fig.* 1. — (Pl. V, *fig.* 2, 3, 4.)

Long. 200-205 μ; larg. 170-175 μ.

Hab. : Mares et ruisseaux de la région montagneuse (Aigoual, Saumail, Margeride, vallées de Châteauneuf-de-Randon et de Gourgons). — Juillet-août.

J'ai trouvé surtout la forme à lobules pourvus de dents aiguës ; quelques individus récoltés sur l'Aigoual présentaient les deux formes à la fois, l'une des demi-cellules étant garnie de dents aiguës, l'autre en étant dépourvue (*fig.* 2). Cette observation me paraît démontrer que la forme à lobules tronqués représente l'état jeune de la plante.

β. angustosinuata. — (Pl. V, *fig.* 4.)

Lobules à sinus étroits, linéaires, peu profonds.

Long. 250 μ; larg. 220 μ.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail. — Juillet.

Le bord des cellules paraît entier ; chez le type, il paraît crénelé à cause de la largeur des sinus.

2. M. rotata Ralfs 1844, *Annals of Nat. Hist.*, vol. XIV,

pag. 259, pl. VI, *fig.* 1, et *Brit. Desm.*, 1848, pag. 71, pl. VIII, *fig.* 1 ; *Echinella rotata* Greville 1830, in Hooker *Brit. Flora*, vol. II, pag. 398. — (Pl. V, *fig.* 5.)

Long. 248 μ; larg. 220 μ.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail, du plateau du Palais-du-Roi (Margeride), de Gourgons et de Châteauneuf-de-Randon. — Juillet-août.

3. **M. truncata** Brébisson 1846, *in litt.* in Ralfs *Brit. Desmid.*, pag. 75, pl. VIII, *fig.* 4 (1848); *Cosmarium truncatum* Corda 1835, Alm. de Carlsb., pag. 121, *fig.* 23.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail et de Châteauneuf-de-Randon. — Juillet-août.

Gen. EUASTRUM Ehrenberg.

Sect. 1. Auteuastrum.

α. Un chromoleucite dans chaque demi-cellule.

1. **E. elegans** Kützing 1845, *Phycol. germ.*, pag. 135 ; Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag. 89, pl. XIV, *fig.* 7 ; *Cosmarium elegans* Brébisson 1840, in Meneghini *Synops.*, pag. 222 ; *E. bidentatum* Nægeli 1849, *Gatt. einz. Alg.*, pag. 122, pl. VIII, D, *fig.* 1.

α. Ralfs, *loc. cit.*, *fig.* 7, a, b, c.

Long. 28 μ; larg. 17,5 μ ; isth. 3 μ ; lob. sup. 15 μ.

Hab. : Ruisseau sur l'Espinouse. — Juillet-août.

β. cebennense. — (Pl. V, *fig.* 6.)

Lobes inférieurs bidentés, à dents aiguës ; lobe supérieur comme chez le type.

Long. 30-35 μ ; larg. avec les dents 18-22 μ ; lobe sup. 16-20 μ; isth. 3 μ.

Hab. : Commun dans les mares et les ruisseauxde la région montagneuse. — Juillet-août.

2. **E. amœnum**. — (Pl. V, *fig.* 7.)

Cellules petites une fois et demie aussi longues que larges, étranglement profond et étroit ; demi-cellules trilobées, à lobe

supérieur divisé par un sinus profond et étroit, *pourvu sur chaque bord latéral de deux dents aiguës* ; *lobes basilaires tridentés* ; membrane glabre, garnie sur chaque face de quelques verrues régulièrement distribuées. Chromoleucite simple.

Long. 25-28 μ ; larg. 18-20 μ; lobe sup. 13 μ ; isth. 3 μ.

Hab. : Mares tourbeuses de Gourgons et de Châteauneuf-de-Randon. — Août.

A l'*E. amœnum* se rattachent l'*E. binale* β. Ralfs [1] et la forme d'*E. elegans* figurée par M. Wittrock [2]. Cette dernière est presque identique à la nôtre ; celle de Ralfs, qui s'en distingue par la présence de quatre dents sur le lobe supérieur, peut être considérée comme une variété. L'*E. amœnum* ainsi constitué diffère de l'*E. elegans* par la moindre convexité du lobe supérieur et la présence de trois dents sur les lobes basilaires ; il diffère de l'*E. binale* par le sinus supérieur plus profond et étroit et par les lobes basilaires garnis de dents.

3. **E. binale** Ralfs 1844, *On Brit. Desm.*, pag. 193, pl. VII, *fig.* 7 ; *Brit. Desmid.* 1848, pag. 90, pl. XIV, *fig.* 8 ; *Heterocarpella binalis* Turpin *Dict. Sc. nat.*, 1816-29, pl. II, *fig.* 14 ; *Cosmarium binale* Meneghini 1840, *Synops.*, pag, 221.

Long. 10-12 μ ; larg. 10-11 μ ; isth. 3 μ.

Hab. : Mares tourbeuses de Gourgons. — Août.

Forme à angles supérieurs arrondis. — (Pl. V, *fig.* 8.)

Hab. : Mares de Gourgons. — Août.

4. **E. angustatum.** — *Cosmarium angustatum* Nordstedt 1875, *Desmid. arct.*, pag. 20 ; *E. binale* γ *angustatum* Wittrock 1872, *Gotl. och Œl. Sötv.-Alg.*, pag. 50, pl. IV, *fig.* 8 ; *E. polare* Nordstedt 1872, *Desm. Spetsb.*, pag. 37, pl. VII, *fig.* 24.

Long. 18-25 μ ; larg. 13-16 μ ; ép. 11-13 μ ; lob. sup. 10-14 μ ; isth. 3-4 μ.

Hab. : Mares de la Pompignane près Montpellier ; ruisseaux et mares sur l'Espinouse, le Carroux, le Saumail. — Juillet-août.

[1] Brit. Desm., 1848, pag. 89, pl. XIV, *fig.* 7,

[2] Gotl. och Oel. Sötv. Alg., pag. 49, pl. IV, *fig.* 6, 1872.

Cette espèce, considérée par M. Wittrock comme une simple variété de l'*E. binale*, a été séparée par M. Nordstedt, qui l'a rangée dans le genre *Cosmarium*. Mais la division des demi-cellules en trois lobes dont le supérieur est sinué me paraît la rattacher aux vrais *Euastrum*. Elle se distingue de l'*E. binale* par le lobe supérieur à angles toujours arrondis et surtout par les lobes latéraux légèrement sinués, non arrondis.

5. **E. formosum.** — (Pl. V, *fig.* 9.)

Cellules très-petites, presque aussi longues que larges, rectangulaires, à étranglement profond, linéaire. Demi-cellules *rectangulaires*, trilobées; lobe supérieur *aussi large que la partie médiane* de la cellule, largement et assez profondément sinué au sommet, terminé latéralement par deux angles mucronés; *lobes basilaires anguleux*, faiblement mucronés Demi-cellules, vues par le sommet, elliptiques. Chromoleucites simples.

Long. 13 μ; larg 11 μ; lobe sup. 10 μ; isth. 2 μ.

Hab.: Ruisseaux sur l'Aigoual. — Août.

Cette espèce se distingue de l'*E. binale* par la largeur de son lobe supérieur et par les lobes basilaires anguleux mucronés.

6. **E. anomalum.** — (Pl. V, *fig.* 10.)

Cellules de dimensions moyennes, plus de deux fois aussi longues que larges, *rectangulaires*, à étranglement peu profond. Demi-cellules rectangulaires, *plus longues que larges*, *à peine distinctement lobées*; lobes basilaires formés par un léger renflement de la base des demi-cellules; lobe supérieur large, à sommet tronqué, largement sinué, à angles latéraux droits et arrondis. Demi-cellules, vues par le sommet et par côté, elliptiques. Membrane ponctuée; une verrue sur chacun des angles des lobes supérieurs. Chromoleucites simples.

Long. 35 μ; larg. 15 μ; ép. 12 μ; isth 13 μ.

Hab.: Rochers suintants, au milieu d'algues filamenteuses, sur l'Espinouse. — Juillet-août.

Cette espèce n'est pas un *Euastrum* bien caractérisé; elle ne s'éloigne pas moins des vrais *Cosmarium*; je l'ai rattachée à la section *Auteuastrum* à cause du sinus qui divise le lobe supérieur de chaque

demi-cellule, sinus qui n'existe jamais chez les *Cosmarium*, qui est au contraire généralement présent chez les *Euastrum* proprement dits.

β. Deux chromoleucites dans chaque demi-cellule.

7. E. didelta Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 84, pl. XIV, *fig.* 1 ; *Heterocarpella didelta* Turpin 1828, *Mém. Mus. Hist. Nat.*, pag. 295 ; *Cosmarium didelta* Meneghini 1840, *Synops.*, pro parte.

Long. 70 μ ; larg. 45 μ ; lob. sup. 20 μ ; isth. 9 μ.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail. — Juillet-août.

β. SINUATUM. — (Pl. V, *fig.* 11.)

Lobe supérieur élargi ; lobes basilaires sinués. Long. 92 μ ; larg. 56 μ ; lob. sup. 25 μ ; isth. 13 μ.

Hab. : Mares du Saumail, mêlé avec le type. — Juillet-août.

8. E. ampullaceum Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 83, pl. XIII, *fig.* 4.

Long. 97 μ ; larg. 50 μ ; lob. sup. 25 μ ; isth. 10 μ.

Hab. : Mares et ruisseaux sur le Carroux. — Juillet.

9. E. crassum Kützing 1845, *Phycol. germ.*, pag. 135 ; *Cosmarium crassum* Brébisson 1840, in Meneghini *Synops.*, pag. 222.

Long. 130 μ ; larg. 73 μ ; lob. sup. 43 μ ; isth. 20 μ.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail et de la Margeride ; mares de l'Aigoual. — Juillet-août.

10 E. oblongum Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag 80, pl. XII ; *Echinella oblonga* Gréville 1830, in Hooker *Brit. Flora*, V, 2, pag. 398 ; *Cosmarium oblongum* Brébisson 1840, in Meneghini *Synops.*, pag. 221.

Long. 138 μ ; larg. 73 μ ; lob. sup. 40 μ ; isth. 22 μ.

Hab. : Mares du Saumail, du Carroux, de l'Aigoual et de la Margeride. — Juillet-août.

11. E. gemmatum Kützing 1845, *Phycol. germ.*, pag. 134 ; Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag 87, pl. XIV, *fig.* 4 ; *Cosmarium*

gemmatum Brébisson 1840, in Meneghini *Synops.*, pag. 221.

Long. 50 μ; larg 30 μ; ép. 28 μ; lob. sup. 15 μ; isth. 9 μ.

Hab. : Mares du Saumail. — Juillet-août.

12. **E. pectinatum** Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 86, pl. XIV, *fig.* 5; *Cosmarium pectinatum*, Brébisson 1840, in Meneghini *Synops.*, pag 222.

Forme à lobe supérieur très large — (Pl. V, *fig.* 12.)

Long. 60 μ; larg. 43 μ; lob. sup. 35 μ; isth. 13 μ.

Hab. : Mares du Saumail. — Juillet-août.

Sect. 2. Cosmarium.

α. Un chromoleucite dans chaque demi-cellule.

13. **E. bioculatum.** — *Heterocarpella bioculata* Brébisson 1835, *Alg. de Falaise*, pag. 56, pl. VII; *Cosmarium bioculatum* Brébisson 1848, in Ralfs *Brit. Desmid.*, pag. 95, pl. XV, *fig.* 5.

Long. 15 μ; larg. 11 μ; isth. 7 μ.

Hab. : Commun dans les mares et les ruisseaux de la région montagneuse (Espinouse, Carroux, Aigoual, Lozère). — Juillet-août.

14. **E. bicuneatum.** — (Pl. V, *fig.* 13.)

Cellules très petites, aussi longues que larges, divisées, par un étranglement assez profond et en forme d'angle obtus. *Demi-cellules cunéiformes, à sommet élargi, plan ou légèrement convexe.* Demi-cellules, vues du sommet et de côté, elliptiques. Membrane lisse. Chromoleucites simples.

Long. 10 μ; larg. = long.; isth. 5 μ.

Hab. : Mares tourbeuses de Gourgons, de Châteauneuf-de-Randon et du plateau du Palais-du-Roi. — Août.

Dans cette espèce, comme dans la précédente, et je puis ajouter chez presque toutes les Desmidiées à chromoleucites axiles et à isthme large, le chromoleucite ne se divise qu'après s'être accru de manière à atteindre le double de sa dimension primitive ; aussi trouve-t-on souvent des cellules qui ne possèdent qu'un chromoleucite avec un pyrénoïde médian, bien qu'elles aient acquis leur taille définitive (Pl. V, *fig.* 13, a).

15. **E. Meneghinii.** — *Cosmarium Meneghinii* Brébisson, in Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag. 96, pl. XV, *fig.* 6.

Forme plus petite, plus atténuée au sommet que le type.

Long. 15 μ ; larg. 11 μ ; isth. 2,5 μ.

Hab. : Mares de Roquehaute. — Juin.

16. **E. rotundatum.** — (Pl. V, *fig.* 14.)

Cellules très petites, aussi longues que larges, à étranglement profond, linéaire. Demi-cellules, vues de face, elliptiques, *à sommet retréci, plan, à côtés convexes arrondis ;* vues de côté, elliptiques, à sommet atténué ; vues du sommet, elliptiques. Membrane lisse. Chromoleucites simples.

Long. 15 μ ; larg. = long. ; ép. 6 μ ; isth. 3 μ.

Hab. : Mares de Roquehaute. — Juin.

Cette espèce rappelle par sa forme le *Cosmarium Meneghinii* β. *nanum* Wille [1] ; mais ce dernier est plus long que large, tandis que l'espèce de Roquehaute a ses deux dimensions égales. Je n'ai pas cru devoir le considérer comme une variété du *Cosmarium Meneghinii*, qui offre toujours un bord anguleux, plus ou moins ondulé, ce qui n'a pas lieu chez l'*E. rotundatum*.

17. **E. quadratulum.** — (Pl. V, *fig.* 15.)

Cellules très petites, rectangulaires, à étranglement très profond *en forme d'angle aigu.* Demi-cellules *rectangulaires, à sommet et côtés à peine sinués*, à angles tronqués ou arrondis. Membrane glabre. Chromoleucites simples.

Long. 15 μ ; larg. 11 μ ; isth. 2 μ.

Hab. : Mares tourbeuses de Gourgons et de Châteauneuf-de-Randon. — Août.

Cette espèce, peu abondante, vit dispersée au milieu d'autres Algues.

18. **E. leiodermum.** — (Pl. V, *fig.* 16.)

Cellules très petites, elliptiques, à étranglement profond, linéaire. Demi-cellules *hexagonales, déprimées*, une fois et demie aussi larges que longues, à sommet convexe, *à angles obtus,*

[1] Ferskvandsalg. fra Nov. Sem. (*Vetensk.-Akad. Forhandl.*, 1879, n° 5, pag. 43, pl. XIII, *fig.* 37).

arrondis. Demi-cellules, vues du sommet et de côté, elliptiques. Membrane assez épaisse, *glabre*. Chromoleucites simples.

Long. 20 μ ; larg. 15 μ ; isth. 3 μ.

Hab. : Mares de Roquehaute. — Juin.

19. E. læve. — *Cosmarium læve* Rabenhorst 1868, *Flora Eur. Alg.*, sect. III, pag. 161.

Long. 25 μ ; larg. 15 μ ; ép. 11 μ ; isth. 5 μ.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail. — Juillet-août.

20. E. celatum. — (Pl. V, *fig.* 17.)

Cellules très petites, aussi longues que larges, subrectangulaires, à étranglement profond, linéaire. Demi-cellules à *sommet plan légèrement ondulé*, à *côtés convexes, ondulés*, à angles supérieurs et inférieurs arrondis ; vues du sommet et de côté, elliptiques. Membrane pourvue sur les faces de chaque demi-cellule de *deux rangées concentriques de verrues* peu apparentes. Chromoleucites simples.

Long. 12,5 μ ; larg. = long. ; isth. 2,5 μ.

Hab. : Mares de Roquehaute. — Juin.

Cette espèce, vue sous un faible grossissement, ressemble à l'*E. rotundatum* ; mais avec un fort grossissement on distingue les ondulations des bords et les verrues, tandis que la membrane de l'autre espèce est entièrement lisse.

21. E. granatum. — *Cosmarium granatum* Brébisson 1846, *in litt.* sec. Ralfs *Brit. Desm.* 1848, pag. 96, Pl. XXXII, *fig.* 6.

Long. 28 μ ; larg. 20 μ ; isth. 3 μ.

Hab. : Mares de la Pompignane près Montpellier. — Juin.

22. E. nitidulum. — *Cosmarium nitidulum*, de Notaris 1867, *Elementi*, pag. 42. pl. III, *fig.* 26.

Forma genuina Lundell 1871, *De Desmid.*, pag. 36.

Long. 30 μ ; larg. 25 μ ; ép. 18 μ ; isth, 12 μ.

Hab. : Ruisseau à Sumène. — Mars-mai.

23. E. phaseolus. — *Cosmarium phaseolus* Brébisson, in Meneghini 1840, *Synopsis*, pag. 220 ; *Euastrum* (*Tetracanthium*)

depressum Nægeli 1849, *Gatt. einz Alg.*, pag. 114, pl. VII, C, *fig.* 2.

Long. 31 μ ; larg. 27 μ ; isth. 7 μ.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail. — Juillet-août.

24. **E. pseudopyramidatum.** —*Cosmarium pseudopyramidatum* Lundell 1871, *De Desmid.*, pag. 41, pl. II, *fig.* 8 ; *Cosmarium pyramidatum* β. *minus* Reinsch , in Rabenhorst *Alg. Europ.*, nº 1902.

β. STENONOTUM Norstedt 1876, *Desmid. et Œdog.*, pag. 32, pl. XII, *fig.* 8.

Long. 75 μ ; larg. 45 μ ; isth. 15 μ ; ép. 26 μ.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail. — Juillet-août.

25. **E. holmiense.** — *Cosmarium holmiense* Lundell 1871, *De Desmid.*, pag. 49, pl. II, *fig.* 20.

Long. 52,5 μ ; larg. 32,5 μ ; isth. 20 μ.

Hab. : Ruisseaux à Sumène. — Mai.

26. **E. crenatum.** — *Cosmarium crenatum* Ralfs 1448, *Ann. of Nat. Hist.*, vol. 14, pag. 394, pl. II, *fig.* 6 ; *Brit. Desmid.*, pag. 96, pl. XV, *fig.* 7.

Long. 22-25 μ ; larg. 20 μ ; isth. 5 μ.

Hab. : Ruisseaux à Sumène ; Caunelle près Montpellier ; bords de la Cadoule à Castries. — Mars-mai.

27. **E. undulatum.** — *Cosmarium undulatum* Corda 1839, *Alman. de Carlsb.*, pl. V, *fig.* 26; Ralfs *Brit. Desmid.*, pag. 97, pl. XV, *fig.* 8.

Forma minor : Long. 20-24 μ; larg. 15-18 μ; isth. 3-4 μ.

Hab.: Mares de la Pompignane près Montpellier. — Juin.

β. MONSPELIENSE. — (Pl. V, *fig.* 18.)

Cellules déprimées, chromoleucites simples pourvus de deux bandelettes supplémentaires parallèles entre elles et perpendiculaires aux faces de la cellule.

Long. 33 μ; larg. 30 μ; isth. 7 μ.

Hab.: Mares de la Pompignane près Montpellier.— Juillet.

28. **E. impressulum.** — *Cosmarium impressulum* Elfving 1881, *Finsk. Desmid.*, pag. 13, pl. I, *fig.* 9.

Long. 25 μ; larg. 17-18 μ; isth. 4 μ.

Hab.: Mares de la Pompignane près Montpellier. — Juin.

29. **E. Nægelianum.** — *Cosmarium Nægelianum* Brébisson 1856, *Liste des Desmid.*, pag. 127, nº 15; de Notaris 1867, *Elementi*, pag. 45, pl. IV, *fig.* 32; *Euastrum* (*Cosmarium*) *crenatum* Nægeli *Gatt. einz. Alg.*, pag. 120, pl. VII, A, *fig.* 8.

Long. 25-35 μ; larg. 20-30 μ; ép. 12-15 μ; isth. 8 μ.

Hab.: Ruisseaux sur l'Espinouse, l'Aigoual. — Juillet-août. Fossés à Sumène et à Ganges. — Mars-mai.

30. **E. pseudobotrytis.** — (Pl. V, *fig.* 18.)

Cellules moyennes, un peu plus longues que larges, elliptiques, à sommets tronqués, à étranglement profond, linéaire. Demi-cellules atténuées vers le sommet, à côtés convexes, ondulées-crénelées, à sommet tronqué, plan, à peine ondulé. Membrane couverte de verrues disposées en séries concentriques et disparaissant vers le centre des demi-cellules. *Chromoleucites simples.*

Long. 33 μ; larg. 26 μ; ép. 20 μ; isth. 13 μ.

Hab.: Fossés et ruisseaux à Sumène, Ganges. — Mars-mai.

Cette espèce rappelle par sa forme extérieure le *Cosmarium Botrytis* Meneghini. Mais ses dimensions sont beaucoup plus faibles, on ne trouve jamais dans ses demi-cellules que des chromoleucites simples et ses zygospores sont pourvues d'aiguillons simples, jamais divisées au sommet. Elle est assez abondante dans le bassin supérieur de l'Hérault et de ses affluents.

31. **E. calodermum.** — (Pl. VI, *fig* 1.)

Cellules un peu plus longues que larges, elliptiques, à sommets tronqués, à étranglement profond, linéaire. Demi-cellules, vues de côté et du sommet, elliptiques. Membrane couverte de *verrues disposées en séries rayonnées* sur les faces des demi-cellules. Chromoleucites simples.

Long. 35-38 μ; larg. 25-27 μ; isth. 10 μ.

Hab. : Mares tourbeuses de Châteauneuf-de-Randon. — Août.

32. E. speciosum. — *Cosmarium speciosum* Lundell 1871, *De Desmid.*, pag. 34, pl. III, *fig.* 5.

β. SIMPLEX Nordstedt 1872, *Desmid. Spetzb.*, pag. 30. pl. VI, *fig.* 12.

Long. 45 μ; larg. 30 μ; isth. 13 μ.

Hab. : Fossés des environs de Montpellier. — Mai-juin.

33. E. simplex. — (Pl. VI, *fig.* 2.)

Cellules moyennes, un peu plus longues que larges, rectangulaires, à étranglement profond linéaire. *Demi-cellules réctangulaires, un peu atténuées vers le sommet,* finement dentées sur les bords, à côtés convexes, à sommet plan, à angles basilaires obtus. Demi-cellules, vues de côté et du sommet, elliptiques. *Membrane couverte de ponctuations disposées sur chaque face, en séries concentriques.* chromoleucites simples.

Long. 35 μ; larg. 28 μ; isth. 10 μ.

Hab. : Ruisseaux et fossés des environs de Montpellier (Caunelle, Grabels). — Mai-juin.

34. E. spectabile. — *Cosmarium spectabile* de Notaris 1867, *Elementi*, pag. 45, pl. IV, *fig.* 31.

Hab. : Ruisseaux et mares sur l'Aigoual. — Août.

35. E. decorum. — (Pl. VI, *fig.* 3.)

Cellules plus longues que larges, presque circulaires, à étranglement profond, linéaire. Demi-cellules à contour demi-circulaire, à *bord divisé par des sinus aigus en huit lobes dentés*, les basilaires plus grands, les supérieurs de plus en plus petits. Membrane couverte de verrues disposées en séries rayonnées, correspondant aux denticulations des lobes. Chromoleucites simples.

Long. 40 μ; larg. 32 μ; isth. 13 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Espinouse. — Juillet-août.

β. Deux chromoleucites dans chaque demi-cellule.

36. **E. intermedium.** — (Pl. VI, *fig.* 4.)

Cellules très petites, à peine plus longues que larges, à étranglement profond, linéaire. Demi-cellules semi-orbiculaires, un peu déprimées, à bord légèrement ondulé, à angles basilaires droits ou obtus ; vues du sommet et de côté, elliptiques. Membrane glabre. *Deux paires de chromoleucites formés seulement par deux bandelettes* parallèles, convergeant vers le bord de la cellule.

Long. 17-18 μ; larg. 14-15 μ; isth. 5 μ.

Hab.: Mares et ruisseaux tourbeux de Châteauneuf-de-Randon (Lozère). — Août.

Cette espèce offre un intérêt particulier à cause de la forme de ses chromoleucites. Les demi-cellules, bien que très petites, renferment deux corps colorés comme les grandes espèces d'*Euastrum* ; mais, tandis que chez ces derniers les chromoleucites sont formés de quatre bandelettes radiées, chez l'*E. intermedium* il n'y a que deux bandelettes, comme si les deux chromoleucites provenaient de la division du chromoleucite unique que l'on trouve chez les petites espèces.

37. **E. Botrytis** Ehrenberg 1838, *Infus.*, pag. 163; *Heterocarpella Botrytis* Bory 1825, *Dictionn. class.*, pl. VIII; *Cosmarium Botrytis* Meneghini 1840, *Synops.*, pag. 220; Ralfs *Brit. Desmid.*, pag. 99, pl. XVI, *fig.* 1.

Demi-cellules subtriangulaires, à sommet tronqué, à angles basilaires arrondis, à surface entièrement couverte de granules.

Long. 45-50 μ; larg. 40-45 μ; isth. 12-15 μ.

Hab.: Commun partout. — Avril-octobre.

— Forme à sommets dépourvus de verrues.

Hab.: Ruisseaux sur l'Espinouse. — Août.

— Forme à sommets étroits, à peine tronqués.

Hab.: Mares de la Pompignane près Montpellier. — Juillet.

38. **E. ellipticum.** — (Pl. VI, *fig.* 5.)

Cellules grandes, *elliptiques*, près de deux fois aussi longues que larges, à étranglement profond, linéaire. Demi-cellules à

contour régulièrement ondulé, obscurément triangulaires, à *côtés convexes et sommet arrondi*, à angles basilaires droits ; demi-cellules, vues de côté et du sommet, elliptiques. Membrane uniformément couverte de verrues disposées en séries régulières. Chromoleucites doubles.

Long. 70-90 μ; larg. 48-64 μ; ép. 30-36 μ; isth. 16-19 μ.

Zygospores couvertes de nombreux piquants courts, à base large, à extrémité atténuée, 3-4-dentée ; diam. (sin. acul.) 60 μ.

Hab. : Ruisseaux à Sumène, Ganges et aux environs de Montpellier (Caunelle, Grabels). — Mars-mai.

Cette espèce, voisine par sa forme du *Cosmarium ovale* Ralfs, s'en distingue par sa taille moindre et par l'absence de granules de grandes dimensions sur le bord des demi-cellules. Elle se rapproche au contraire de l'*E. Botrytis* par l'aspect de sa membrane, mais s'en éloigne par sa forme et ses dimensions.

39. **E. margaritiferum** Ehrenberg 1833, *Abhandl. der Berlin. Akad.*, pag. 246 ; *Ursinella margaritifera* Turpin 1820, *Dict. des Sc. nat.*, *fig.* 23 ; *Cymbella reniformis* Agardh 1830, *Consp. Diat.*, pag. 10 ; *Heterocarpella Ursinella* Kützing 1833, *Synops. Diat.*, pag. 598 ; *Cosmarium margaritiferum* Meneghini 1840, *Synops. Desm.*, pag. 219.

Long. 53-60 μ; larg. 40-43 μ; isth. 12-15 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Aigoual ; mares tourbeuses de Gourgons et de Châteauneuf-de-Randon, du plateau du Palais-du-Roi. — Août.

40. **E. quadratum.** *Cosmarium quadratum* Ralfs 1844, *Ann. of Nat. Hist.*, vol. 14, pag. 395, pl. II, *fig.* 9.

β. MICROSPHINCTUM. — Étranglement linéaire, peu profond ; demi-cellules à côtés droits.

Long. 44 μ ; larg. 27 μ ; isth. 16 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Aigoual. — Juillet.

Gen. STAURASTRUM MEYEN.

1. **S. muticum** Brébisson 1840, in Meneghini *Synops. Desm.*, pag. 228 ; Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag. 125, pl. XXI,

fig. 4 et pl. XXXIV, *fig.* 13 ; *Binatella mutica* Brébisson 1835, *Algues de Falaise*, pag. 57, pl. VIII ; *St. trilobum* Meneghini 1837, *Consp. Alg. Europ.*, pag. 18 ; *Phycastrum muticum* Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 179 ; *Phycastrum* (*Amblyactinium*) *depressum* Nægeli 1849, *Gatt. einz. Alg.*, pag. 126, pl. VIII, A., *fig.* 1.

Long. 38 μ; larg. 30 μ ; isth. 10 μ.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail. — Juillet-août.

2. **S. tumidulum.** — (Pl. VI, *fig.* 6.)

Cellules un peu plus longues que larges, à étranglement profond, acutangle. Demi-cellules elliptiques, vues du sommet, triangulaires, *à côtés convexes*, à angles droits ou obtus, *mutiques* Membrane couverte de fines ponctuations peu apparentes. Chromoleucites à trois paires de bandelettes.

Long. 35 μ; larg. 30 μ ; isth. 12 μ.

Hab. : Mares et ruisseaux tourbeux de la Margeride, de Châteauneuf-de-Randon. — Août.

Cette plante se distingue du *St. muticum* surtout par la forme des demi-cellules vues du sommet ; cette dernière espèce a toujours ses côtés concaves et ses angles arrondis, tandis que les côtés sont convexes et les angles subaigus chez le *S. tumidulum*.

3. **S. orbiculare** Ralfs 1845, *Annals of Nat. Hist.*, vol. 15, pag. 152, pl. X, *fig.* 4 ; *Desmidium orbiculare* Ehrenberg 1832, *Abhandl. de Berl. Akad.*, pag. 292 ; *Phycastrum orbiculare* Kützing 1845, *Phycol. germ.*, pag. 137; *Goniocystis* (*Trigonocystis*) *orbicularis* Hassall 1845, *Freshw. Alg.*, pag. 349.

Long. 37-38 μ; larg. 30 μ; isth. 10 μ.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail. — Juillet-août.

4. **S. cordatum.** — (Pl. VI, *fig.* 7.)

Cellules un peu plus longues que larges, à étranglement profond, linéaire. Demi-cellules, vues de face, subsemiorbiculaires ; vues de côté, *triangulaires, cordiformes, à angles arrondis.* Membrane irrégulièrement ponctuée. Chromoleucites à trois paires de bandelettes.

Long. 44-46 μ ; larg. 35 μ ; ép. 30 μ ; isth. 8 μ.

Hab. : Mares tourbeuses de Gourgons et de Châteauneuf-de-Randon. — Août.

Cette espèce, qui au premier abord rappelle le *S. orbiculare*, s'en distingue aisément par la forme des demi-cellules vues du sommet : au lieu de posséder trois côtés concaves, elles ont deux côtés convexes et un concave, ce qui leur donne un aspect cordiforme caractéristique ; en outre, l'isthme qui les sépare est relativement beaucoup plus étroit que chez l'espèce précédente. Le *S. cordatum* est très abondant dans les parties de la Lozère que j'ai étudiées.

5. **S. punctulatum** Brébisson 1846, in Ralfs *Brit. Desm.*' pag. 133, pl. XXII, *fig* 1.

Long. 25-27 μ ; larg. 23 μ ; ép. 20 μ ; isth. 12,5 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Espinouse et l'Aigoual ; mares tourbeuses du Saumail et de la Margeride. — Juillet-août. — Ruisseaux et fossés à Sumène, Ganges et Montpellier. — Avril-juin.

6. **S. subpunctulatum**. — (Pl. VI, *fig.* 8.)

Cellules un peu plus longues que larges, à étranglement profond, élargi. Demi-cellules, vues de face, subtriangulaires ou elliptiques, suivant le côté qu'elles présentent, à sommet convexe ; vues du sommet, 3-4-*angulaires à côtés fortement concaves*, à angles arrondis. Membrane couverte de ponctuations disposées en séries concentriques autour du milieu des sommets. Chromoleucites formés de 3 ou 4 paires de bandelettes.

Long. 27 μ; larg. 20-25 μ ; ép. 13-16 ; isth. 7-8 μ.

Hab. : Mares tourbeuses de Gourgons et Châteauneuf-de-Randon. — Août.

La forme le plus souvent quadrangulaire des cellules et la concavité prononcée de leurs faces m'ont fait distinguer cette plante du *S. punctulatum*, avec lequel elle a de grands rapports.

7. **S. O'Mearii** Archer 1859, in *Micr. Journ.*, pag. 137, et in Pritchard 1861, *Infus.*, pag. 738.

Long. 15 μ ; larg. (sin. acul.) 15 μ ; ép. 13 μ ; isth. 3 μ.

Hab. : Mares du plateau du Palais-du-Roi et de Gourgons. — Août.

8 **S. hexacanthum.** — (Pl. VI, *fig.* 9.)

Cellules petites, un peu plus longues que larges, à étranglement profond, élargi. Demi-cellules, *vues de face, triangulaires*, à côtés et sommet un peu convexes ; vues du sommet, triangulaires, à sommets un peu concaves, à angles légèrement renflés. Sur chaque angle *un aiguillon fort, perpendiculaire à la face supérieure des demi-cellules.* Chromoleucites formés de trois paires de bandelettes.

Long. 17 μ ; larg. 15 μ ; isth. 5 μ.

Hab. : Mares de la Margeride. — Août.

Cette plante diffère du *S. dejectum* Brébisson par la forme triangulaire des demi-cellules vues de face et par la largeur de l'étranglement, du *S. cuspidatum* Brébisson[1] par la brièveté de l'isthme, qui est étroit et prolongé dans cette dernière espèce.

9. **S. dejectum** Brébisson, in Meneghini 1840, *Synops.*, pag. 227 ; *S. mucronatum* β. Ralfs 1845, in *Ann. of Nat. Hist.*, vol. 15, pag. 152, pl. X, *fig.* 5 ; *S. dejectum* α. Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag. 121, pl. XX, *fig.* 5 a.

Hab. : Mares du Saumail, de la Margeride. — Juillet-août.

10. **S. mucronatum** Lundell 1871, *De Desmid.*, pag. 59 ; *S. mucronatum* α. *et* γ. Ralfs 1845, in *Ann. of Nat. Hist.*, vol. 15, pag. 152, pl. X, *fig.* 5 ; *S. dejectum* β. *et* γ. Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag. 121, pl. XX, *fig.* 5, b et c.

α. Aiguillons parallèles. Long. 19 μ ; larg. (sin. acul.) 22 μ ; isth. 3-4 μ.

Hab. : Mares de Roquehaute. — Juin.

β. Aiguillons convergents.

Long. 20 μ ; larg. (sin. acul.) 22 μ ; isth: 4-5 μ.

Hab. : Ruisseaux sur le Carroux. — Juillet.

11. **S. Dickiei** Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag. 123, pl. XXI, *fig.* 3.

[1] *In* Meneghini, Synops. *in Linnæa*, 1840, pag. 226 ; *in* Ralfs, Brit. Desm., pag. 122.

Long. 25 μ ; larg. (sin. acul.) 27,5 μ ; isth. 7 μ.

Hab. : Mares tourbeuses de Gourgons et de Châteauneuf-de-Randon. — Août.

12. **S. pilosum** Archer 1861, in Pritchard *Infus.*, pag. 739 ; *Phycastrum* (*Amblyactinium*) *pilosum* Nægeli 1849, *Gatt. einz. Alg.*, pag. 126, pl. VIII, A, *fig.* 4.

Long. (sin acul.) 40 μ ; larg. 35 μ ; ép. 23 ; isth. 10 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Aigoual ; mares tourbeuses de Gourgons. — Août.

13. **S. teliferum** Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag. 127, pl. XXII, *fig.* 4 et pl. XXIII, *fig.* 14.

Long. 30-37 μ ; larg. 27-32 μ ; ép. 23-27 μ : isth. 10-11 μ.

Hab. : Ruisseaux sur le Carroux ; mares tourbeuses de Gourgons et de Châteauneuf-de-Randon. — Juillet-août.

14. **S. margaritaceum** Meneghini 1840, *Synops. Desm.*, pag. 227 ; *Pentasterias margaritacea* Ehrenberg 1838, *Infus.*, pag. 144, pl. X, *fig.* 15.

Long. 25 μ ; larg. 35 μ ; ép. 25 μ ; isth. 10 μ.

Hab. : Mares de Gourgons et du plateau du Palais du-Roi.— Août.

15. **S. inconspicuum** Nordstedt 1872, *Bidrag till Kœnned.*, pag. 26, pl. II, *fig.* 11.

β. CRASSUM. — (Pl. VI, *fig.* 10.)

Prolongements brachiaux des angles plus épais que chez le type, distinctement annelés.

Long. (sin. brach.) 11-12 μ ; larg. tot. 12-13 μ ; isth. 6 μ ; ép. (sin. brach.) 7 μ.

Hab. : Mares tourbeuses de Gourgons. — Août.

Gen. PENIUM BRÉBISSON.

Sect. 1. HOLOPENIUM.

1. **P. Navicula** Brébisson 1856, *Liste des Desm.*, pag.

146, pl. III, *fig.* 37 ; *Penium closterioïdes* Hantzsch, in Rabenhorst *Alg.*, nº 1329, non Ralfs.

Long. 40-50 μ ; larg. 12-13,5 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Espinouse ; mares de Châteauneuf-de-Randon. — Juillet-août.

2. **P. Jenneri** Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 153, pl. XXXIII, *fig.* 2.

Long. 45-50 μ ; larg. 15 μ.

Hab. : Mares de Châteauneuf-de-Randon et de la Margeride. — Août.

3. **P. fusiforme.** — (Pl. VI, *fig.* 11.)

Cellules près de quatre fois aussi longues que larges, *fusiformes*, *à sommets tronqués*, *élargis*, un peu convexes. Membrane finement ponctuée. Chromoleucites formés par six bandelettes radiées, avec un seul pyrénoïde.

Long. 45 μ ; larg. 12,5 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Espinouse. — Juillet-août.

Cette espèce, caractérisée surtout par son aspect fusiforme, se rapproche par là du *P. Navicula* Bréb. ; mais elle s'en distingue par ses extrémités tronquées, tandis qu'elles sont atténuées jusqu'au sommet chez le *P. Navicula*.

4. **P. Nægelii** Brébisson, in Pritchard *Infus.*, pag. 751, 1861 ; *Netrium Digitus* Nægeli *Gatt. einz. Alg.* 1849, pag. 108, pl. VI, D.

Long. 190 μ ; larg. 47 μ.

Hab. : Mares de Châteauneuf-de-Randon. — Août.

5. **P. oblongum** de Bary *Untersuch.*, pag. 73, pl. VII, G, *fig.* 1, 2 (1858).

Long. 95 μ ; larg. 28 μ.

Hab. : Mares du Saumail. — Juillet-août.

6. **P. Cylindrus** Brébisson, in Ralfs *Brit. Desmid.*, pag. 150, pl. XXV, *fig.* 2 (Pl. VI, *fig.* 12).

Long. 50-60 μ ; larg. 15 μ.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail. — Juillet-août.

Le *P. Cylindrus,* ainsi que le montre la fig. 12, se divise à la manière des *Penium interruptum* et *margaritaceum.* A l'état normal, il possède deux chromoleucites formés par six bandelettes rayonnées et pourvus de deux ou trois pyrénoïdes.

Avant la formation de la cloison, chaque chromoleucite se divise en deux, puis le noyau se divise à son tour ; la cloison se forme, et les deux nouveaux noyaux vont se placer entre les deux chromoleucites des cellules-filles. Celles-ci s'accroissent par les deux extrémités, en même temps qu'elles se séparent peu à peu.

Le *Penium Cylindrus* se distingue du *P. margaritaceum* par sa taille moindre et par la disposition irrégulière des verrues qui couvrent sa membrane. Il ne possède pas de vacuole terminale.

Ralfs n'avait pu reconnaître le contenu cellulaire de cette espèce, et de Bary [1] pensait qu'il était semblable à celui des *Cylindrocystis.*

7. P. margaritaceum Brébisson 1846, in Ralfs *Brit. Desm.*, pag. 149, pl. XXV, *fig.* 1, ; *Closterium margaritaceum* Ehrenberg *Infus.*, pag. 95, pl. VI, *fig.* 13 (1838).

Long. 100-200 μ ; larg. 20-22 μ.

Hab. : Mares et ruisseaux tourbeux de la Margeride.— Août.

β. PUNCTATUM Ralfs, *l. c.*, pag. 149, pl. XXV, *fig.* 1 a.

Long. 100-200 μ; larg. 20-22 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Espinouse. — Juillet-août.

Sect. 2. SPHINCTOPENIUM.

8. P. cruciferum. — *Cosmarium ? cruciferum* de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 72, pl. VII, G, *fig.* 3-6.

Long. 21-23 μ ; larg. 10 μ.

Hab. : Toutes les Hautes-Cévennes et la Margeride.— Juillet-Août.

De Bary figure cette plante avec un seul chromoleucite : cet état ne présente qu'une des phases de l'accroissement des cellules. La plante adulte possède deux chromoleucites formés par quatre bandelettes radiées, et pourvus d'un seul pyrénoïde. Après la division du noyau et la formation de la cloison, le chromoleucite s'accroît du côté où se forme la nouvelle demi-cellule, et quand l'accroissement est terminé il occupe

[1] Untersuch., pag. 74.

toute la cavité cellulaire. Mais il ne tarde pas à subir un étranglement progressif précédé de la division du pyrénoïde ; le noyau se glisse dans la fente produite par l'étranglement, et la cellule acquiert bientôt sa forme adulte.

9. **P. curtum** Brébisson 1846, in *litt. cum icone*; *Cosmarium curtum* Ralfs *Brit. Desmid.*, pag. 109, pl. XXXII, *fig.* 9 (1848) ; *Closterium curtum* Brébisson, in Meneghini *Synops. in Linnæa* (1840), pag. 237 ; *Dysphinctium* (*Actinotænium*) *Regelianum* Nægeli *Gatt. einz. Alg.*, pag. 110 (1849).

Chromoleucites formés par six bandelettes radiées. Long. 48 μ; larg. 20-22 μ; isth. 17-18 μ.

Hab. : Ruisseaux et rochers humides dans les environs de Ganges (La Roque-Ainier, Brissac, Moulès). — Mars-avril.

Le *P. Curtum* forme souvent sur les rochers suintants des amas gélatineux d'un beau vert.

10. **P. Palangula.** — *Cosmarium Palangula* Brébisson, in Ralfs *Brit. Desmid.*, pag. 212 (1848).

β. DE BARYI Rabenhorst *Fl. Eur. Alg.*, sect. III. pag. 175, «*punctis irregulariter dispositis*» ; *Cosmarium Palangula* de Bary *Untersuch.*, pag. 72, pl. III, *fig.* 24.

Long. 34-38 μ ; larg. 18 μ; isth. 15 μ.

Hab. : Mares du Saumail, du Carroux. — Juin-juillet.

11. **P. notabile.** — *Cosmarium notabile* Brébisson *Liste des Desm.*, pag. 129, pl. I, *fig.* 15 (1856) ; de Bary *Untersuch.*, pag. 72, pl. VI, *fig.* 52-53.

Forma latior : chromoleucites formées de huit à dix bandelettes radiées. Long. 44 μ ; larg. 30 μ ; isth. 17 μ.

Hab. : Flaques d'eau aux environs de Ganges (La Roque-Ainier). — Mai.

Sect. TETMEMORUS.

12. **P. læve.** — *Closterium læve* Kützing *Phycol. german.*, pag. 132 (1845) ; *Tetmemorus granulatus* Ralfs *Annals of Nat.*

Hist., vol. 14, pl. 8, *fig.* 2 (1844), pro parte ; *Tetmemorus lævis* Ralfs *Brit. Desmid.*, pag. 146, pl. XXIV, *fig.* 3 (1848).

Long. 67-70 μ ; larg. 20 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Espinouse. — Juillet-août.

13. **P. granulatum.** — *Closterium granulatum* Brébisson, in Meneghini *Synops. in Linnæa*, 1840, pag. 236 ; *Tetmemorus granulatus* Ralfs *Ann. of Nat. Hist.*, vol. 14, pl. VIII, *fig.* 2 (1844), pro parte, *Brit. Desmid.*, pag. 147, pl. XXIV, *fig.* 2 (1848).

Long. 155-156 μ; larg. 35 μ; isth. 32,5 μ.

Hab. : Commun dans la région montagneuse (Hautes-Cévennes et Margeride). — Juillet-août.

Gen. CLOSTERIUM Nitzsch.

A. Cellules a extrémités non prolongées ; zygospores sphériques.

α. *Membrane glabre.*

1. **C. incurvum** Brébisson 1856, *Liste des Desmid.*, pag. 150, pl. II, *fig.* 47.

Larg. 12-13 μ ; long. 70-80 μ.

Hab. : Mares de la Pompignane, près Montpellier, bassins du Jardin botanique. — Juin.

C. parvulum Nægeli *Gatt. einz. Alg.*, pag. 106, pl. VI, C., *fig.* 2 (1849).

Larg. 15 μ ; long. 80-90 μ.

Hab. : Mares et ruisseaux tourbeux de Gourgons et Châteauneuf-de-Randon. — Août.

3. **C. Dianæ** Ehrenberg *Infus.*, pag. 92, pl. V, *fig.* 17 (1838) ; Ralfs *Brit. Desm.*, pag. 168, pl. XXVIII, *fig.* 5 (1848).

Larg. 12 μ ; long. 115 μ env.

Hab. : Mares et ruisseaux tourbeux de la Margeride.— Août.

4. **C. tumidulum.** — (Pl. VI, *fig.* 13.)

Cellules petites, semi-lunaires, à *face ventrale légèrement*

renflée, à extrémités aiguës. Membrane glabre. Chromoleucites formés *à leur base par huit, et vers le sommet seulement par quatre bandelettes* radiées, et pourvus de quatre à cinq pyrénoïdes. Vacuoles sphériques distinctes, avec quinze à vingt corpuscules mobiles. Larg. 17-18 μ ; long. 110 μ.

Hab. : Mares de la Pompignane près Montpellier; fossés de Lattes. — Mai-juin

Le *Clost. tumidulum* diffère du *Cl. Leibleinii* par sa face ventrale moins renflée ; les chromoleucites de ce dernier sont dans toute leur longueur formés de six bandelettes ; le *Clost. Dianæ* s'en distingue par sa face centrale non renflée et par la forme des chromoleucites.

5. C. tetractinium. — (Pl. II, *fig.* 14.)

Cellules petites, semi-lunaires, à *face ventrale renflée*, à extrémités aiguës. Chromoleucites formés par *quatre bandelettes* et pourvus de deux pyrénoïdes. Vacuoles terminales coniques avec dix à douze corpuscules mobiles. Larg. 15 μ ; long 70-75 μ.

Hab. : Ruisseaux des environs de Montpellier. — Avril-mai.

Cette espèce rappelle par sa forme le *Cl. Leibleinii* jeune ; mais celui-ci a toujours au moins six bandelettes radiées.

6 C. Leibleinii Kützing *Synops. Diat. in Linnæa*, 1833, pag. 596 ; Ralfs *Brit. Desmid.* (1848), pag. 167, pl. XXVIII, *fig.* 4.

Larg. 22-23 μ ; long. 140-160 μ.

Hab. : Ruisseaux des environs de Montpellier. — Avril-mai.

7. C. gigas. — (Pl. II, *fig.* 15.)

Cellules très grandes, *courbées, semi-lunaires, à face ventrale non renflée, à extrémités presque aiguës*. Chromoleucites formés de douze à seize bandelettes radiées, et pourvus d'un nombre indéfini de pyrénoïdes irrégulièrement distribués.

Larg. 130 μ ; long. 800 μ environ.

Hab. : Fossés de Lattes et de Villeneuve-les-Maguelone, (mai-juin) ; mare sur le Thaurac (400 m.) à La Roque-Ainier près Ganges, (août-septembre).

Cette espèce est la plus grande que j'aie rencontrée : elle atteint près

d'un millim. de long. Elle se distingue du *Cl. Lunula*, avec lequel on pourrait la confondre, par ses dimensions, sa forme courbée et ses extrémités uniformément atténuées, presque aiguës.

8. C. **Lunula** Ehrenberg et Hemprich *Symb. Phys.*, 1828, pl. II ; Ehrenberg *Infus.*, pag. 90, pl. V, *fig.* 15 (1838); *Vibrio Lunula* Müller 1784, *Naturforsch.*, pag. 142 ; *Mülleria Lunula* Leclerc 1802, *Mém. du Mus.*, I ; *Lunulina vulgaris* Bory 1824, *Encycl. méth. Hist. nat. des Zooph.*, pl. II.

Larg. 45 μ ; long. 260-280 μ.

Hab. : Mare à Carnon près Montpellier (décembre); assez commun partout, dans la plaine et dans la région montagneuse, presque toute l'année.

9. C. **Ehrenbergii** Meneghini 1840, *Synops. Desm. in Linnæa*, pag. 232; *Closterium Lunula* Ehrenberg 1838, *Infus.*, pl. V, *fig.* 15, pro parte.

Larg. 63 μ ; long. 320-340 μ.

Hab. : Hautes-Cévennes et Margeride. — Juin-août.

10. C. **Jenneri** Ralfs 1848, *Brit. Desmid.* pag. 167, pl. XXVIII, *fig.* 6 ; *C. moniliferum* Ehrenberg 1838, *Infus.*, pl. V, *fig.* 16, n° 6, 7, pro parte.

Forme moins arquée. Larg. 18-20 μ ; long. 170-180 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Espinouse. — Juillet-août.

11. C. **lanceolatum** Kützing 1845, *Phycol. germ.*, pag. 130; Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 164, pl. XXVIII, *fig.* 1.

Larg. 56 μ ; long. 520 μ env.

Hab. : Ruisseaux et fossés des environs de Montpellier (Grabels). — Mars-avril.

12. C. **fusiforme**. — (Pl. II, *fig.* 16.)

Cellules moyennes, *presque droites*, à faces dorsale et ventrale renflées, subanguleuses ; *demi-cellules coniques*, aiguës. Chromoleucites formés de huit bandelettes radiées, et povruse du

cinq à six pyrénoïdes. Vacuoles sphériques avec *un seul corpuscule mobile*.

Larg. 25 μ ; long. 160-170 μ.

Hab. : Ruisseaux des environs de Sumène. — Mai.

La forme de cette espèce, la rigidité de son port, sont tout à fait caractéristiques et ne permettent de la rapprocher d'aucune autre. Le *Cl. Lunula*, vu de certains côtés, présente un aspect analogue, mais le *Cl fusiforme* se distingue aisément par ses extrémités aiguës et le renflement anguleux de sa partie médiane.

13. C. littorale. — (Pl. II *fig.* 17.)

Cellules moyennes, *pu courebées*, à face dorsale uniformément convexe, à face ventrale renflée au milieu et *très légèrement courbée aux extrémités*. Extrémités coniques subaiguës. Chromoleucites formés de huit bandelettes radiées, et pourvus de quatre ou cinq pyrénoïdes. Vacuoles sphériques, renfermant *un assez grand nombre* de corpuscules mobiles. Larg. 17,5 μ; long. 150-160 μ.

Hab. : Fossés et mares de Lattes et de Villeneuve-les-Maguelone. — Mai-juin.

Le *C. littorale* peut être considéré comme un *Cl. Leibleinii* à cellules presque droites et à diamètre un peu plus faible. Il se distingue du *Cl. angustum* Hantzch par son diamètre plus grand, par ses corpuscules mobiles nombreux (ce dernier n'en possède que deux) et par sa moindre courbure.

14. C. peracerosum. — (Pl. II. *fig.* 18.)

Cellules moyennes, droites ou presque droites, à face dorsale largement convexe, à face ventrale droite, mais un peu concave aux extrémités. Sommets *coniques*, *aigus*, *légèrement courbés*. *Membrane glabre*. Chromoleucites formés de six bandelettes radiées, et pourvus de quatre à cinq pyrénoïdes. Vacuoles sphériques à corpuscules mobiles nombreux. Larg. 12,5 μ ; long. 180 μ.

Hab. : Fossés de Lattes. — Mai.

Le *Cl. peracerosum* est voisin du *Cl. acerosum* Ehrenberg; il s'en

distingue par l'acuité et la courbure de ses sommets et par sa membrane toujours glabre.

β. Membrane distinctement striée.

15. C. **striolatum** Ehrenberg 1833, *Abhandl. der Berl. Akad.*, pag. 68 ; Ralfs *Brit. Desmid.*, pag. 170, pl. XXIX, *fig.* 2.

Hab. : Mares de toute la région montagneuse. — Juin-août.

16. C. **intermedium** Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 171; pl. XXIX, *fig.* 3.

Hab. : Mares de toute la région montagneuse. — Juin-août.

17. C. **juncidum** Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 72, pl. XXIX, *fig.* 6 et 7.

β. Ralfs, *loc. cit.*, *fig.* 7.

Hab. : Mares de la région montagneuse. — Juin-août.

B. Cellules a extrémités prolongées ; zygospores quadrangulaires.

18. C. **acutum** Ralfs *Brit. Desmid.*, pag. 177, pl. XXX, *fig.* 5 ; *Echinella acuta* Lyngbye 1819, *Tent. Hydroph. Dan.*, pag. 209, pl. VI, G ; *Stauroceras acutum* et *St. subulatum* Brébisson 1846, *in litt.* ; *Frustulia acuta* et *Fr. subulata* Kützing 1833, *Synops. Diat.*, pag. 537.

β. Ralfs, *loc. cit.*, *fig.* 7, C : « cellules dix à vingt fois aussi longues que larges, à extrémités atténuées en une fine pointe » ; *Frustulia subulata* Kützing, *loc. cit.* ; *Stauroceras subulatum* Brébisson, *loc. cit.*

Chromoleucites formés de huit à neuf bandelettes ; vacuoles coniques. Larg. 25 μ ; long 260-265 μ.

Hab. : Mares du Saumail, du plateau du Palais-du-Roi et des vallées de Gourgons et de Châteauneuf-de-Randon. — Juillet-août.

19. C. **rostratum** Ehrenberg 1831, *Abhandl. d. Akad. d. Wissensch. z. Berlin*, pag. 67 ; Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 175, pl. XXX, *fig.* 3.

Chromoleucites formés de six bandelettes radiées ; quatre à cinq pyrénoïdes ; membrane colorée en jaune-brun, couverte de fines stries longitudinales. Larg. 23 μ ; long. 260-265 μ.

Hab. : Mares du Saumail et de la Margeride. — Juillet-août.

Gen. XANTHIDIUM Ehrenberg.

Sect. 1. Holacanthum Lundell.

1. **X. octocorne** Ehrenberg 1839, *Meteorp.*, pl. I, *fig.*, 22 ; Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 116, pl. XX, *fig.* 2 ; *Arthrodesmus octocornis* Ehrenberg 1838, *Infus.*, pag. 152; *Staurastrum? octocorne* Ralfs 1845, *Annals of. Nat. Hist.*., vol. 15, pag. 159, pl. XII, *fig.* 3

α. Ralfs, *loc. cit.*, *fig.* 2, *a*, *b*, *c*, *d*, *e* : « une épine à chaque angle ». Long. (sin. acul.) 15 μ ; larg. 12,5 μ ; isth. 3,5 μ.

Hab. : Mares tourbeuses de Gourgons. — Août.

2. **X. antilopæum** Kützing 1859, *Spec. Alg.*, pag. 177 ; *Cosmarium antilopæum* Brébisson, in Meneghini 1840, *Syn. Desmid.*, pag. 218 ; *X. fasciculatum* α. Ralfs *Brit. Desmid.*, pl. XX, *fig.* 1 ; *X. fasciculatum* Ehrenberg *Infus.*, pl. X, *fig.* 24 a.

β. hirsutum.

Demi-cellules, vues de face, hexagonales ; vues du sommet et par côté, rectangulaires ; angles garnis de quatre paires d'aiguillons. *Membranes couvertes de fines aiguilles.* Deux chromoleucites pariétaux sur les faces de chaque demi-cellule ; un seul pyrénoïde. Long. (sin. acul.) 51 μ ; larg. = long.; ép. 32 μ ; isth. 12 μ.

Hab. : Mares du Saumail. — Juillet-août.

Sect. 2. Schizacanthum Lundell.

3. **X. armatum** Brébisson 1846, in Ralfs *Brit. Desmid* , pag. 112, pl. XVIII ; *Cosmarium armatum* Brébisson 1840, in Meneghini *Synopsis*, pag. 218.

Hab. : Mares de la région montagneuse. — Juillet-août.

Gen. COSMARIDIUM.

1. C. Cucumis. — *Cosmarium Cucumis* Corda 1835, *Alm. de Carlsbad*, pag. 121, *fig.* 27 ; Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 93, pl. XV, *fig.* 2 ; *Cosmarium* (*Pleurotæniopsis*) *Cucumis* Lundell 1871, *De Desmid.*, pag. 52.

α. Ralfs, *loc. cit.*, *fig.* 2 b : « demi-cellules semi-orbiculaires ». — (Pl. II, *fig.* 19.)

Cellules moyennes, une fois et demie aussi longues que larges, à étranglement profond, linéaire. Demi-cellules, vues de face, semi-orbiculaires, à base plane, à angles basilaires arrondis; vues du sommet et de côté, elliptiques. Chromoleucites formés par six à sept rubans pariétaux assez larges, irrégulièrement dentelés, pourvus de deux à trois pyrénoïdes et d'un bourrelet longitudinal sur leur face interne. Long. 65-70 μ ; larg. 44 μ; isth. 16 μ.

Hab. : Ruisseau sur le versant sud de l'Aigoual. — Août.

Gen. PLEUROTÆNIUM NÆGELI.

1. P. Trabecula Nægeli 1849, *Gatt. einz. Alg.*, pag. 104, non pl. VI A ; *Closterium Trabecula* Ehrenberg 1831, *Abhandl. d. Berl. Akad.*, pag. 68; *Docidium Ehrenbergii* α. Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 157, pl. XXVI, *fig.* 4.

Larg. max. 34 μ; long. 540 μ env.; isth. 32 μ.

Hab. : Mares de la Pompignane, de Roquehaute. — Avril-mai. — Mares tourbeuses du Saumail et de la Margeride. — Juillet-août.

Gen. SPIROTÆNIA BRÉBISSON.

1. S. condensata Brébisson 1846, *in. litt.* sec Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 179, pl. XXXIV, *fig.* 1.

Larg. 22-23 μ; long. 130-135 μ.

Hab. : Mares et ruisseaux du Carroux, du Saumail et de la Margeride. — Juin-août.

Gen. GONATOZYGON De Bary.

1. **G. Brebissonii** De Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 76, pl. IV, *fig.* 26 et 27 ; *Docidium asperum* Brébisson 1856, *Liste des Desm.*, pag. 147; pl. I, *fig.* 33.

Larg. 7,5 μ ; long. 97-140 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Espinouse ; mares et ruisseaux tourbeux de Châteauneuf-de-Randon. — Juillet-août.

Gen. SPHÆROZOSMA Corda.

Sect. Spondylosium Rabenhorst.

1. **S. pulchellum** Rabenhorst 1867, *Flora Europ. Alg.*, sect. III, pag. 150 ; *Spondylosium pulchellum* Archer, in Pritchard 1861, *Infus.*, pag. 724, pl. III, *fig.* 10.

Forma minor : Long. 7,5 μ ; larg. = long. ; ép. 5 μ ; isth. 5 μ. — (Pl. III, *fig.* 1.)

Hab. : Mares tourbeuses de Gourgons. — Août.

Gen. HYALOTHECA Ehrenberg.

Sect. 1. Hyalotheca sens. str.

1. **H. dissiliens** Brébisson 1848, *in litt.* sec. Ralfs 1848, *Brit. Desm.*, pag. 51, pl. I, *fig.* 1 ; *Conferva dissiliens* Smith 1812, *Eng. Bot.*, tom. 2664.

Chromoleucites formés de huit bandelettes radiées. Long. 12-17 μ ; larg. 25 μ.

Hab. : Mares et ruisseaux de la région montagneuse. — Juin-août.

2. **H. mucosa** Ehrenberg 1840, *Kurz. Nachtr.* ; *Conferva mucosa* Mertens, in Dillwyn 1809, *Brit. Conf.* ; *Glæoprium mucosum* Ralfs 1845, *Ann. and mag. of Nat. Hist.*, vol. 16, pag. 11, pl. 3, *fig.* 6 ; *H. Mertensii* Brébisson 1846, *in litt.*—(Pl. III, *fig.* 2.)

Chromoleucites formés de huit bandelettes radiées. Long. (cell. adult.) 17,5 μ ; larg. 19 μ.

Hab. : Mares et ruisseaux de la Margeride et de Gourgons. — Août.

La figure que je donne de cette espèce montre que la division du chromoleucite commence avant que la jeune demi-cellule ait encore acquis tout son accroissement. Les bandelettes radiées s'étranglent peu à peu vers leur milieu ; quand l'étranglement est près d'atteindre la partie axile du chromoleucite, le pyrénoïde et l'amas d'amidon se divisent par étranglement, et la fragmentation du corps chlorophyllien s'achève. Quand la cellule a acquis ses dimensions normales, sa membrane développe vers l'extérieur les deux bourrelets annulaires qui caractérisent cette espèce. Les choses se passent de même chez l'*H. dissiliens* et chez l'*H. Bambusina*.

Sect. 2. Bambusina.

3. **H. Bambusina** Brébisson 1846, *in litt.* sec. Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag. 59 ; *Desmidium bambusinum* Brébisson 1839, in Chevalier *Microgr.*, pag. 271 ; *Desmidium Borreri* Ralfs 1843, *Ann. and mag. of Nat. Hist.*, vol. 11, pag. 375, pl. VIII, *fig.* 4 ; *Didymoprium Borreri* Ralfs 1845, *Annals and mag.*, vol. 16, pag. 10 ; *Bambusina Brebissonii* Kützing 1845, *Phycol. germ.*, pag. 140 ; de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 76, pl. IV, *fig.* 28-29 ; *Gymnozyga moniliformis?* Ehrenberg 1840, *Bericht der Berl. Akad.*, sec. Kützing *Phyc. germ.*, pag. 140.

Hab. : Mares tourbeuses du Saumail. — Juillet-août.

Gen. DESMIDIUM Agardh.

Sect. 1. Eudesmidium.

1. **D. Swartzii** Agardh 1824, *Syst.*, pag. 9 ; Ralfs 1848, *Brit. Desmid.*, pag, 61, pl. IV ; *Diatoma Swartzii* Agardh 1811, *Disposit. Alg. Suec.*, sec. Ralfs. — (Pl. III, *fig.* 3.)

Long. 14 μ ; larg. 38 μ.

Hab. : Mares tourbeuses de la région montagneuse. — Juin-août.

Trib. **Mésocarpées.**

Gen. MOUGEOTIA Agardh.

Sect. 1. Mesocarpus Wittrock.

1. **M. scalaris** Hassall 1842, *Observ. on Zygn.*, pag. 45 ; *Mesocarpus scalaris* Hassall 1845, *Brit. freshw. Alg.*, pag. 166, pl. XLII, *fig.* 1 ; de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 80 ; *Euzygogonium humifusum* Itzigsohn, *in litt.* sec. de Bary, *loc. cit.*

Diam. fil. 20-23 μ ; diam. zyg. 30 μ.

Hab. : Commun dans les mares et les ruisseaux ; conjugué en mai-juin dans la région des plaines (Grabels, près Montpellier) ; en juillet-août dans la région montagneuse (Margeride, Mende, Bagnols-les-Bains, l'Agoût à la Salvetat).

Les filaments conjugués sont à peine courbés, presque droits ; c'est là ce qui distingue surtout cette espèce.

2. **M. mirabilis** Wittrock 1872, *Gotl. och. Œl. Sötv. Alg.*, pag. 36, pl. III, *fig.* 1, 2 ; *Pleurocarpus mirabilis*, Braun 1855, *Alg. unicell.*, pag, 60 ; *Mesocarpus pleurocarpus*, de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 81, pl. III, *fig.* 14 ; *Zygogonium pleurospermum* Kützing *Tabulæ Phycol.*, V, pag. 4, pl. XIII ; *Mougeotia genuflexa* Agardh et *al. auct.*, sec. de Bary, *loc. cit.*

Diam. fil. 25-26 μ.

Hab. : Fossés marécageux entre Mireval et Frontignan (mai-juin); mares de la Pompignane (juillet) ; ruisseau sur l'Espinouse (juillet).

Je n'ai jamais trouvé cette espèce conjuguée latéralement ; elle s'est en général présentée en voie de conjugaison transversale. Dans ce cas, on la reconnaît aisément à la courbure très prononcée de ses cellules conjuguées et à la dimension de ses filaments. Il est bien rare de trouver des individus fructifiés.

3. **M. parvula** Hassall 1843, *Descript. of freshw. Conf.*, pag. 434 ; *Mesocarpus parvulus* de Bary *Untersuch.*, pag. 80, pl. II, *fig.* 15.

Diam. fil. 8-9 μ ; diam. zyg. 16-18 μ.

Hab. : Mares et ruisseaux aux environs de Ganges, de Montpellier ; le Vistre à Lunel. — Mai-juillet.

Sect. 3. Staurospermum Wittrock.

4. **M. gracillima** Wittrock 1872, *Gotl. och. Œl. Sötv.-Alg* , pag. 40 ; *Staurocarpus gracillimus* Hassall 1843, *Observ. on Moug.*, pag. 185, pl. VII, *fig.* 6 ; *Staurospermum gracillimum* de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 81, pl. VIII, *fig.* 12.

Diam. fil. 6-7 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Espinouse, à la Savetat. — Juillet.

5. **M. viridis** Wittrock 1872, *Gotl. och. Œl. Sötv.-Alg.*, pag. 39 ; *Staurospermum viride* Kützing 1843, *Phycol. gen.*, pag. 278 ; de Bary *Untersuch*, pag. 81, pl. II, *fig.* 17, 18). — (Pl. III, *fig.* 4).

Zygospores, vues de face, quadrangulaires, à côtés concaves, à angles tronqués, légèrement convexes ; vues de côté, elliptiques ; mésospore *profondément creusée sur les angles, jaunâtre, lisse.* Diam. fil. 4,5 μ ; diam. zyg. 20-23 μ ; ép. zyg. 12-13 μ.

Hab. : Mares sur le Carroux. — Juillet.

Les cellules conjuguées sont fortement géniculées ; elles se réunissent par un tube connecteur qui s'élargit beaucoup et finit par acquérir la forme quadrangulaire de la zygospore. La zygospore mûre reste longtemps accompagnée des restes des cellules-mères, fixés à ses angles et disposés en croix.

6. **M. calcarea** Wittrock 1872, *Gotl. och. Œl. Sötv.-Alg.*, pag. 40, pl. II ; *Sphærospermum calcareum* Clève 1868, *Monogr. of Zygn.*, pag. 35, pl. X, *fig.* 8.

Diam. fil. 8-9 μ ; diam. zyg. 20-28 μ.

Hab. : Ruisseau à Anglas, près Ganges (mars) ; rochers suintants près du ruisseau de Maudesse, aux environs de Ganges, (mai).

Les individus que j'ai récoltés offraient presque tous les caractères imposés par M. Wittrock au *Mougeotia calcarea*; ils s'en distinguaient seulement par le diamètre un peu moindre des filaments, et aussi en ce

qu'ils n'offraient que le mode de conjugaison des *Staurospermum*; je n'ai pas pensé qu'il fût pour cela nécessaire de les regarder comme distincts.

7. **M. sphærica.** — (Pl. III, *fig.* 5.)

Cellules végétatives larges de 11-12 μ, 12-18 fois aussi longues que larges, à chromoleucites courts, occupant généralement un tiers de la longueur de la cellule, pourvus de trois à quatre pyrénoïdes. Cellules conjuguées assez fortement géniculées ; *zygospores sphériques*, diam. 25 μ, à *mésospore lisse.*

Hab. : Ruisseaux à Ganges, à Sumène. — Mai.

Cette espèce a déjà été signalée à Millau par J. Bonhomme [1], comme variété du *Mesocarpus recurvus* Hassall ; mais l'espèce de Hassall est un vrai *Mesocarpus* ; celle-ci au contraire se rattache à la section *Staurospermum* par le mode de formation de ses œufs. Elle se distingue du reste de toutes les plantes rangées dans ce sous-genre par la forme sphérique de ses zygospores.

Trib. **Zygnémées.**

Gen. ZYGNEMA Agardh.

Sect. 1. Zygogonium.

1. **Z. pectinatum** Agardh 1824, *Syst. Alg.*, pag. 78 ; de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 97 ; *Conjugata pectinata* Vaucher 1803, *Hist. Conf.*, pag. 77, pl. VII, *fig.* 4 ; *Zygogonium pectinatum* Kützing, sec. de Bary, *loc. cit.*

Diam. fil. 33-36 μ ; zygospores sphériques ou oblongues, ponctuées, diam. minim. 35-38 μ ; diam. max. 55 μ.

Hab. : Ganges, Brissac, La Roque-Ainier, dans des flaques d'eau, dans les fossés des chemins (mars). — Vendargues, fossés de la route (mai). Mares de Roquehaute (mars).

Cette espèce est caractérisée par ses spores sphériques ou oblongues dans le sens transversal, occupant tout le tube connecteur, et faisant saillie dans la cavité des celules-mères. La membrane cellulaire est parfois épaissie et souvent gélifiée à l'extérieur.

[1] Notes et dessins inédits, 1856, dess. n° 59.

Forma minor : diam. fil. 26-28 μ ; zygospores globuleuses ou un peu oblongues, diam. max. 42 μ ; diam. minim. 30 μ.

Hab. : Mares de Roquehaute. — Juin.

2. Z. decussatum. — *Conjugata decussata* Vaucher 1803, *Hist. Conf.*, pag. 76, pl. VII, *fig.* 3 ; *Zygogonium decussatum* Kützing 1843, *Phycol. gener.*, pag. 280, pl. XV. *fig.* 3 ; *Tyndaridea decussata* Hassall *Freshw. Alg.*, pag. 165, pl. XXXIX, *fig.* 6.

Diam. fil. 18-20 μ ; zygospores sphériques, ponctuées, diam. 27-30 μ.

Hab. : Fossés marécageux entre Mireval et Frontignan ; rochers suintants près du ruisseau de Maudesse, aux environs de Ganges (mai) ; mares du Saumail, du Carroux (juillet).

Cette espèce se distingue de la précédente par le diamètre plus faible de ses cellules, et aussi en ce que les zygospores, toujours sphériques, sont contenues en entier dans le tube connecteur et ne font pas saillie dans les cellules-mères.

Je ne suis pas éloigné de penser qu'il faut rapporter à l'espèce de Vaucher les *Zygogonium immersum* et *conspicuum* Kützing [1], qui ne paraissent en différer par aucun caractère important.

Sect. 2. Euzygnema.

3. Z. stellinum Agardh 1824, *Syst. Alg.*, pag. 77 ; de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 78 ; *Conjugata stellina* Vaucher *Hist. Conf.*, pag. 75, pl. VII, *fig.* 1 ; *Thwaitesia Duriæi* Montagne 1846, *Flore d'Algérie*, pag. 175.

Diam. fil. 33-35 μ ; zygospores oblongues, verruqueuses, diam. minim. 33-35 μ, diam. max. 37-48 μ.

Hab. : Mares sur la route de Vias à Roquehaute, mares d'Agde; Montpellier à Caunelle, dans un ruisseau de la route ; mares et fossés des environs de Ganges. — Mai-juin.

4. Z. cruciatum Agardh 1817, *Syn. Alg. Scand.*, pag. 102; *Conjugata cruciata* Vaucher *Hist Conf.*, pag. 76, pl. VII,

[1] *Spec. Alg.*, 1843 ; *Tyndaridea immersa* Hassall 1843, *Obs. on Moug.*, pl. 188, pl. IX, *fig.* 19, et *Tynd. conspicua* Hassall 1845, *Freshw.*, pag. 164, pl. XXXIX, *fig.* 1 et 2.

fig. 2, et pl. VI, *fig.* 4 ; *Tyndaridea cruciata* Hassall 1845, *Freshw. Alg.*, pag. 160, pl. XXXVIII, *fig.* 1.

Diam. fil. 42-43 μ; zygospores globuleuses, ponctuées.

Hab.: Montpellier, fossés de la route de Grabels, mares de la Pompignane; ruisseaux à Vendargues; bords du Vistre à Lunel; mares et ruisseaux des environs de Ganges (mars-mai); ruisseaux sur l'Espinouse (juillet).

5. **Z. Vaucherii** Agardh 1824, *Syst. Alg.*, pag. 77; de Bary 1858, *Untersuch.*, pag. 78; *Conjugata gracilis* Vaucher 1803, *Hist. Conf.*, pag. 73, pl. VI, *fig.* 2; *Tyndaridea Vaucherii* Brébisson 1835, *Alg. de Falaise*, pag. 16.

Diam. fil. 25 μ; Zygospores globuleuses, ponctuées; diam. 35 μ.

Hab. : Bords du Vistre près de Lunel. — Mai.

6. **Z. ellipticum.** — (Pl. IV, *fig.* 1.)

Diam. fil. 17,5-18,15 μ; cellules 3-5 fois aussi longues que larges. Chromoleucites occupant d'ordinaire 1/3 de la longueur de la cellule. Cellules conjuguées plus courtes que les cellules végétatives, à peine renflées au point où est logée la zygospore. *Zygospores elliptiques*, à membrane verruqueuse n'occupant que la moitié de la cavité cellulaire.

Hab.: Mares de Roquehaute. — Mars.

L'espèce que je signale comme nouvelle m'a paru bien caractérisée par l'exiguïté de ses filaments et par la forme elliptique de ses zygospores, un peu plus larges que les cellules végétatives et dilatant la cavité de leur cellule-mère au point où elles sont logées. Elle se distingue, par ses zygospores, des formes exiguës du *Z. Vaucherii*, dont les corps reproducteurs sont plutôt sphériques qu'elliptiques.

Gen. SPIROGYRA Link.

A. Les deux cellules conjuguées émettent un tube copulateur

α. Les deux cellules conjuguées restent semblables.

1. **S. communis** Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 439; *Zygnema commune* Hassall 1845, *Freshw. Alg.*, pag. 148, pl.

XXVIII, *fig.* 5 et 6; *Z. reversum* Hassall, *l. c.*, pag. 154, pl. XXXIII, *fig.* 3; *Rhynchonema reversum* Kützing, *l. c.*, pag. 444.

Diam. fil. 25 μ; diam. zyg. 22-24 μ.

Hab.: Mares et ruisseaux sur le Saumail. — Juillet-août.

2. S. **longata** Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 439; *Conjugata longata* Vaucher 1803, *Hist. Conf.*, pag. 71, pl. VI, *fig.* 1; *Zygnema longatum* Agardh 1824, *Syst. Alg.*, pag. 80; *Z. æstivum* Hassall 1845, *Freshw. Alg.*, pag. 147, pl. XXVIII, *fig.* 3 et 4.

Diam. fil. 30 μ; diam. zyg. = diam. fil.

Hab.: Mares des environs d'Agde (mars); fossés marécageux de Villeneuve-les-Maguelone, source du Lez (avril-juin); ruisseaux à Sumène, aux environs de Ganges (mai); mare à Saint-Bauzille-de-Putois (juillet); ruisseaux sur l'Espinouse (juillet-août).

3. S. **condensata** Kützing 1843, *Phycol. gen.*, pag. 223; *Conjugata condensata* Vaucher 1803; *Hist. Conf.*, pag. 67, pl. V, *fig.* 2; *Zygnema condensatum* Agardh 1824, *Syst. Alg.*, pag. 80; *Sp. Flechsigii* Rabenhorst 1852, *Hedwigia*, I, pag. 46, pl. III, *fig.* 3.

Diam. fil. 50-52 μ; diam. zyg. 38 μ.

Hab.: Fossés de la route à Vendargues. — Mai.

4. S. **decimina** Kützing 1843, *Phycol. gen.*, pag. 223; *Conferva decimina* Müller 1785, *Nova Acta Petrop.*, III, pl. II, *fig.* 3; *Zygnema deciminum* Hassall 1845, *Freshw. Alg.*, pag. 144, pl. XXIII, *fig.* 3.

Diam. fil. 38-42 μ; diam. zyg. = diam. fil.

Hab.: Source du Lez, bassins de la ville de Montpellier (avril-juin); mares et ruisseaux à La Roque-Ainier, à Saint-Bauzille-de-Putois (juillet-août).

5. S. **jugalis** Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 442; *Conferva jugalis* Dillwyn 1800-10, *Brit. Conf.*, pl. V; *Sp. decimina* Kützing 1843, *Phycol. gen.*, pl. XIV, *fig.* II, 1 et 2.

Diam. fil. 90-95 μ; diam. zyg. 100-104 μ.

Hab.: Bords du Lez, bassins de la ville de Montpellier.—Juin-juillet.

6. S. crassa Kützing 1843, *Phycol. gen.*, pag. 280, pl. XIV, *fig.* 4 ; *Zygnema serratum* Hassall 1845, *Freshw. Alg.*, pag. 140, pl. XVIII, *fig.* 1 et 2.

Diam. fil. 135-147 μ; diam. zyg. 133-140 μ.

Hab.: Mares de Roquehaute. — Mars-avril.

7. S. turfosa. — (Pl. IV, *fig.* 3.)

Diam. fil. 68-70 μ; cellules 1-5 fois aussi longues que larges, à cloisons simples. Chromoleucites formés par *quatre rubans étroits*, à bord entier, pourvus d'un bourrelet médian, à amas d'amidon peu volumineux, décrivant 1 1/2 à 3 tours de spire. *Cellules femelles non renflées.* Zygospores elliptiques à extrémités atténuées ; diam. 63-68 μ ; 2 fois aussi longues que larges.

Hab. : Mares tourbeuses de Gourgons et de Châteauneuf-de-Randon. — Août.

Cette plante appartient au groupe des *Spirogyra* à rubans chlorophylliens étroits, régulièrement spiralés, à bord entier, groupe qui comprend les *S. neglecta* Kützing, *ternata* Ripart et *fluviatilis* Hilse. Par la présence de quatre chromoleucites, par ses cellules végétatives et fructifères jamais renflées et par ses zygospores atténuées, le *S. turfosa* se distingue des *S. neglecta* et *ternata* ; il paraît plus voisin du *S. fluviatilis*, qui possède quatre spires ; mais les dimensions de ce dernier sont beaucoup plus faibles (36 μ) et ses zygospores n'ont jamais été observées; aussi ne puis-je encore assimiler les deux espèces.

β. Les cellules femelles se renflent plus ou moins au moment de la conjugaison.

8. S. varians Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 439 ; *Zygnema varians* Hassall 1845, *Freshw. Alg.*, pag. 145, pl. XXIX, *fig.* 1-4 ; *Z. Woodsii* Hassall, *l. c.*, pag. 153, pl. XXX, *fig.* 2 ; *Rhynchonema Woodsii* Kützing, *l. c.*, pag. 444 ; Z. *abbreviatum* Hassall, *l. c.*, pag. 154, pl. XXXIV, *fig.* 4 ; *Rh. abbreviatum* Kützing, *l. c.*, pag. 444 ; *Sp. arcta* Kützing 1845, *Phycol germ.*, pag. 223 ;

S. ulotrichoïdes Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 440 ; *S. torulosa* Kützing, *l. c.*, pag. 439 ; *S. nodosa* Kützing 1845-66, *Tab. phyc.*, V, pl. XX, *fig.* 3 ; *S. ventricosa* Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 440.

Diam. fil. 30-35 μ ; diam. zyg. 30-36 μ

Hab. : Commun ; ruisseaux à Sumène (mars-avril); bords de la Mosson près Montpellier, fossés de Villeneuve-les-Maguelone (avril-mai) ; ruisseau du Merdanson près Montpellier (juin) ; mares à Saint-Bauzille-de Putois ; ruisseaux sur le Carroux et aux environs de Bagnols-les Bains et de Mende (juillet-août).

Le *S. varians* s'est présenté avec les caractères décrits par Hassall et par M. Petit [1], mais en général avec des dimensions un peu moindres.

9. S. gracilis Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag., 438 ; *Zygnema gracile* Hassall 1845, *Freshw Alg.*, pag. 148, pl. XXX, *fig.* 5, 6.

Diam. fil. 24-28 μ ; diam. zyg. 28-30 μ.

Hab. : Mares de la Pompignane près Montpellier (juin) ; ruisseaux sur le Carroux (juillet).

10 S. porticalis Clève 1868, *Svensk. Zygn.*, pag. 22 ; *Conferva porticalis* Müller 1785, *Nov. act. Petrop.*, III, pag. 90 ; *Conjugata porticalis* Vaucher 1803 ; *Hist. Conf.*, pag. 66, pl. V, *fig.* 1 ; *Zygnema quininum* Agardh 1824, *Syst. Alg.*, pag. 80 ; *Sp. quinina* Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 440.

Diam. fil. 42-45 μ ; diam. zyg. 42-43 μ.

Hab. : Mares près d'Agde (mars); ruisseaux à Sumène et dans la vallée de Ganges (mai) ; mares à Saint-Bauzille-de-Putois, bords de l'Hérault à Ganges, La Roque-Ainier et Saint-Bauzille-de-Putois (août).

11. S. parva Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag., 438 ; *Zygnema parvum* Hassall 1842, *Obs. on Zygn.*, pag. 41 ; *Z. flavescens*

[1] P. Petit ; *Spirogyra des env. de Paris*, 1880, pag. 19.

Hassall 1845, *Freshw. Alg.*, pag. 149, pl. XXX, *fig.* 9,10 ; *Sp. flavescens* Kützing, *l. c.*, pag. 438.

Diam. fil. 10-14 μ ; diam. zyg. 15 μ.

Hab. : Mares de Roquehaute. — Mars.

12. S. affinis P. Petit *Bull. Soc. Bot.*, tom. XXI, pag. 42 ; *Zygnema affine* Hassall 1845, *Freshw Alg.*, pag. 155, pl. XXXIV, *fig.* 6 ; *Rhynchonema affine* Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 444.

Diam. fil. 25-26 μ ; diam. zyg, 28 μ.

Hab. : Ruisseau du Merdanson près Montpellier. — Juin.

13. S. catenæformis Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 438 ; *Zygnema catenæforme* Hassall 1845, *Freshw. Alg.*, pag. 147, pl. XXX, *fig.* 3-4.

Forme *angularis* P. Petit 1880, *Sp. env. Paris*, pag. 17, pl. III, *fig.* 9 ; *Z. angulare* Hassall, *l. c.*, pag. 154, pl. XXXIV, *fig.* 1, 2, 3 ; *Rhynchonema angulare* Kützing, *l. c.*, pag. 444.

Diam. fil. 22-23 μ ; diam. zyg. 30 μ.

Hab. : Ruisseaux sur l'Espinouse — Juillet-août.

14. S. Grevilleana Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 438 ; *Zygnema Grevilleana* Hassall 1845, *Freshw. Alg.*, 149, pl. XXXI, *fig.* 1,2 ; *Z. diductum* Hassall, *l. c.*, pag. 158, pl. XXXVII, *fig.* 4 ; *Z. inæquale* Hassall, *l. c.*, pag. 150, pl. XXXII, *fig.* 1,2 ; Z. *vesicatum* Hassall, *l. c.*, pag. 158, pl. XXXVII, *fig.* 5 ; *Sp. inæqualis* Kützing, *l. c.*, pag. 438 ; *Rhynchonema diductum* Kützing, *l. c.*, pag. 443 ; *Rh. vesicatum* Kützing, *l. c.*, pag. 443.

Diam. fil. 25-30 μ ; diam. zyg. 30-35 μ.

Hab. : Mares de Roquehaute ; fossés à Grabels près Montpellier (mars), fossés marécageux de Villeneuve-les-Maguelone (mai); ruisseaux sur l'Espinouse (juillet).

Forme B. *diducta* P. Petit 1880, *Spir. env. Paris*, pag. 10, pl. II, *fig.* 3, 4, 5 ; *Z. diductum* et *Z. vesicatum* Hassall, *l. c.*

Hab. : ruisseaux à Sumène. — Mars.

15. S. quadrata P. Petit *Bull. Soc. Bot.*, tom. 21, pag. 41, pl. I, *fig.* 2 ; *Zygnema quadratum* Hassall 1845, *Fresh. Alg.*,

pag. 157, pl. 37, *fig.* 1, 2 ; *Rhynchonema quadratum* Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 443.

Diam. fil. 25 μ ; diam. zyg. 38 μ.

Hab. : Fossés à Grabels près Montpellier. — Mars.

16. S. **frigida**. — (Pl. IV, *fig.* 4.)

Dim. fil. 17,5-20 μ ; cellules 3 et demie-12 fois aussi longues que larges, à cloisons repliées annulairement. Chromoleucite formé par un ruban large à bords dentelés, dépourvu de bourrelet médian, décrivant 3-5 tours de spire. Cellules femelles *renflées modérément, mais dans toute leur étendue.* Zygospores elliptiques, à extrémités atténuées, *occupant toute la largeur de la cavité cellulaire* ; diam. 30 μ ; une fois et demie aussi longues que larges.

Hab. : Ruisseau à Fontfroide près Montpellier. — Février.

Cette espèce, la première que j'ai trouvée en voie de conjugaison, se distingue par ses cellules femelles courtes et renflées modérément, mais dans toute leur étendue, du *S. inflata*, dont les cellules très longues se renflent démesurément et beaucoup plus que ne le comporte le diamètre des zygospores, mais seulement à l'extrémité où doit se former le zygospore. La forme des cellules sporifères la distingue aussi du *S. quadrata*. Le *S. parva*, dont on pourrait la rapprocher, diffère par son diamètre plus faible, sa spire plus grêle, et surtout par ce fait que le zygospore n'occupe pas toute la largeur de la cavité cellulaire.

17. S. **tenuissima** Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 437 ; *Zygnema tenuissimum* Hassall 1842, *Obs. on Zygn.*, pag. 41 ; *Z. minimum* Hassall 1849, *Freshw. Alg.*, pag. 159, pl. XXXVII, *fig.* 8 ; *Rhynchonema minimum* Kützing, *l. c.*, pag. 443 ; *S. tenuissima forma a.* Clève 1868, *Svensk. Zygn.*, pag. 24, pl. VI, *fig.* 5, 6.

Diam. fil. 10-12 μ ; diam. zyg. 30 μ.

Hab. : Mares de Roquehaute. — Mars.

18. S. **inflata** Rabenhorst 1863, *Krypt. Fl. Sachs.*, pag. 206 ; *Conjugata inflata* Vaucher 1803, *Hist. Conf.*, pag. 68, pl. V, *fig.* 3 ; *Zygnema inflatum* Hassall 1845, *Freshw. Alg.*, pag. 151, pl. XXXII, *fig.* 6, 7, 8 ; *Z. subventricosum* Hassall, *l. c.*, pag. 150, pl. XXXII, *fig.* 3, 4 ; *Z. Jenneri* Hassall, *l. c.*, pag. 158, pl. XXXVII, *fig.* 6, 9 ; *Z. dubium* Hassall, *l. c.*, pag. 159, pl. XXXVII, *fig.* 7 ;

S. gastroides Kützing, *l. c.*, pag. 437 ; *S. ventricosa* Kützing, *l.c.*, pag. 437.

Diam. fil. 17-18 μ ; diam. zyg. 35 μ.

Hab. : Mares de Roquehaute ; fossés à Grabels. — Mars.

B. La cellule male émet seule un tube copulateur.

19. S. conspicua. — (Pl. IV, *fig.* 5, 6.)

Diam. fil. 45 μ ;cellules 1-3 fois aussi longues que larges, à cloisons simples. Chromoleucites formés de *cinq rubans spiralés* larges, à bord dentelé, pourvus d'un bourrelet médian, décrivant 1/2 à 1 1/2 tour de spire. *Cellules femelles renflées*, doliiformes, *n'émettant pas de tube copulateur.* Zygospores brunes oblongues, à extrémités arrondies; diam. 55 μ ; 1 fois et demie aussi longues que larges.

Hab.: Bords de l'Hérault à Ganges, La Roque-Ainier et Saint-Bauzille-de-Putois; ruisseau d'Aubanel à La Roque-Ainier.—Août.

Cette plante forme à la surface de l'eau des amas d'un vert foncé, plus ou moins sales, seule ou mêlée à d'autres algues filamenteuses.

Par le mode de conjugaison, elle est proche parente du *Sp. punctata*, qu'elle relie aux autres plantes du même genre, mais elle s'en distingue par la structure des cellules végétatives et des zygospores. Le *Sp. punctata* ne possède qu'une spire; ses zygospores ont leur membrane moyenne finement ponctuée; enfin, dans les filaments femelles toutes les cellules ne sont pas aptes à conjuguer, dernier caractère qui a fait rapprocher cette plante du *Sirogonium sticticum* (Wittrock). Chez le *Sp. conspicua*, toutes les cellules des filaments femelles conjuguent.

Gen. SIROGONIUM Kützing.

1. S. sticticum Kützing 1843, *Phycol. gen.*, pag. 270 ; *Conferva stictica* Smith et Sowerby 1790-1814, *English Botany*, pl. MMCDLXIII, excl., *fig.* B ; *Zygnema curvatum* Agardh 1824, *Syst. Alg.* ; *Sir. sticticum*, *breviarticulatum*, *Braunii* Kützing 1849, *Spec. Alg.*, pag. 434.

Diam. fil. 48-54 μ ; diam. zyg. 60 μ.

Hab. : Canaux d'irrigation à Roquehaute; mares près d'Agde.— Avril-juin.

III. — DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE.

Le nombre des espèces de Conjuguées que mes premières recherches dans la région méditerranéenne de la France m'ont fait découvrir, est déjà assez élevé (il atteint 137 espèces) pour qu'on puisse présumer que des observations ultérieures montreront que notre pays ne le cède en rien, au point de vue de la flore algologique, aux contrées déjà explorées. Mais si, dans l'ensemble, les résultats sont assez satisfaisants, il n'en est pas de même quand on compare entre elles les diverses zones : zones littorale, de l'olivier (y compris les Basses-Cévennes) et montagneuse. On remarque d'abord qu'il y a analogie complète entre les deux premières, si bien qu'on peut les comprendre sous le même nom de région des plaines ; la région montagneuse, au contraire, possède une flore d'une nature spéciale.

Le tableau suivant résume le mode de répartition des genres et des espèces entre les deux régions :

	DESMIDIÉES		MÉSOCARPÉES		ZYGNÉMÉES.		CONJUGUÉES.	
	Genres	Espèces	Genres	Espèces	Genres	Espèces	Genres	Espèces
Région des plaines.	6	33	1	7	3	22	10	62
Région montagneuse	13	79	1	4	2	9	17	112
Ensemble des 2 rég.	14	104	1	7	3	26	18	137

Le nombre total des genres de Conjugées étant de 23, on voit que cinq genres ne sont pas représentés. Les genres *Gonatonema*, *Genicularia*, *Docidium*, *Dysphinctium* et *Mesotænium* font entièrement défaut, ou du moins leurs espèces sont assez rares pour que je ne les aie pas rencontrées. Les caractères distinctifs des deux régions peuvent être facilement précisés.

Le tableau montre, en premier lieu, que la région des plaines est surtout remarquable par le grand développement des Zygné-

mées et des Mésocarpées, non que les espèces y soient bien nombreuses, mais chacune d'elles y est en général abondamment répandue. Les trois genres *Sirogonium*, *Spirogyra*, *Zygnema*, y sont respectivement représentés par 1, 15 et 6 espèces. Les *Spirogyra varians*, *longata*, *Grevilleana*, qui avec le *Sp gracilis* existent aussi dans la région montagneuse, les *Zygnema cruciatum*, *stellinum*, *pectinatum*, ont une aire d'extension à peu près illimitée ; d'autres espèces sont moins répandues (*Sp. inflata*, *porticalis*, *decimina*, etc., *Zygn. decussatum*, *Vaucherii*) ; enfin les *Sp. crassa*, *conspicua*, *frigida*, etc., le *Sirogonium sticticum*, m'ont paru avoir une aire assez restreinte. Les Mésocarpées ne m'ont fourni qu'un petit nombre d'espèces ; je puis cependant avancer que les *Staurospermum* sont plus étroitement cantonnés que les *Mesocarpus*. L'étude de la région des plaines est particulièrement intéressante au point de vue de la distribution générale des Desmidiées. Le chiffre des genres et des espèces y est relativement très faible ; seuls, les *Euastrum* (Sect. *Cosmarium*) et les *Closterium* s'y développent avec quelque abondance ; sur les 33 espèces de Desmidiées que j'ai signalées, il y a 16 *Cosmarium* dont 4 communs à la région montagneuse, et 10 *Closterium* ; les genres *Euastrum* (*Auteuastrum*), *Staurastrum*, *Penium* (*Sphinctopenium*), *Cosmaridium* et *Pleurotænium* se partagent les 7 autres espèces.

L'étude de la région montagneuse fournit des résultats pour ainsi dire inverses. Le nombre des espèces de Zygnémées et de Mésocarpées est peu considérable. Celui des espèces de Desmidiées, peu élevé si on le compare aux 325 espèces trouvées en Suède par M. Lundell, est au contraire infiniment supérieur au nombre des espèces qui habitent la région des plaines. Ici encore, les *Euastrum* dominent avec leurs 26 espèces, parmi lesquelles la section des vrais *Euastrum* en compte 12 ; puis viennent les *Staurastrum* (15 espèces), les *Penium* (12 espèces) et les *Closterium* (10 espèces) ; les autres espèces se rapportent, 3 à chacun des genres *Micrasterias*, *Xanthidium*, *Hyalotheca*, 2 au genre *Cylindrocystis*, et 1 à chacun des genres *Pleurotænium*,

Spirotænia, *Gonatozygon*, *Sphærozosma* et *Desmidium*. Le rapport du nombre des espèces à celui des genres est donc à peu près le même qu'en Suède et en Angleterre.

Ainsi, rareté des Desmidiées dans les plaines, abondance des mêmes plantes dans les montagnes : tel est le caractère distinctif des deux régions.

Parmi les causes d'une distribution géographique aussi inégale, il faut placer au premier rang le climat et, comme corollaire, le régime des eaux. Les Algues sont généralement moins sensibles aux influences climatériques que les plantes aériennes, parce que le milieu aquatique offre des conditions beaucoup plus uniformes que le milieu atmosphérique. Cependant les Desmidiées se plaisent dans les eaux fraîches et permanentes, à en juger par leur extrême diffusion dans la région montagneuse, où les mares et les ruisseaux ne se dessèchent jamais. La région des plaines présente au contraire, au point de vue de la stabilité du milieu, des conditions généralement défavorables, mais on y trouve un développement un peu plus grand de la flore dès qu'apparaissent des conditions plus analogues à celles qu'offre la région montagneuse : c'est ainsi que dans certaines grandes mares ou dans les ruisseaux des localités voisines de la montagne, mares et ruisseaux où la température est peu élevée pendant une partie de l'année, j'ai trouvé plus d'espèces de *Cosmarium* et de *Closterium* que partout ailleurs. Les Zygnémées sont adaptées au régime climatérique et hydrologique de la région des plaines. Elles végètent en abondance dans les flaques d'eau, les fossés, les ruisseaux, dès le début du printemps, y fructifient et disparaissent aux approches de l'été, quand le milieu leur fait défaut ; les bords des rivières commencent alors à se peupler. Les Mésocarpées se comportent à peu près comme les Zygnémées.

On peut se demander aussi s'il ne faut pas faire intervenir un autre facteur, celui de la nature chimique des eaux. Les Zygnémées et les Mésocarpées sont, à ce point de vue, indifférentes. Les Desmidiées paraissent, au contraire, ne pas aimer les eaux trop riches en calcaire ; les mares et les ruisseaux tour-

beux de la région montagneuse, à cause de la nature schisteuse ou granitique du sol, remplissent donc les conditions nécessaires ; j'ajouterai que dans la région des plaines, les eaux où j'ai trouvé le plus d'espèces sont les moins chargées de sels calcaires. Certaines espèces semblent d'ailleurs être indifférentes (*Euastrum Botrytis*, *ellipticum*, etc., *Staurastrum punctulatum*, quelques *Closterium*).

J'ai étudié la distribution géographique en grand ; il est nécessaire d'examiner comment ces plantes se répartissent dans chacune des régions naturelles, ce qui revient à énumérer les stations préférées par les diverses espèces. Et d'abord, règle générale, les Conjuguées ne se rencontrent pas dans les eaux courantes : ce fait est en rapport avec leur manière de vivre et leur mode de reproduction.

On comprend aisément que les Desmidiées, à cellules libres, seraient entraînées par le cours de l'eau, et dans aucun cas les cellules ne pourraient se rapprocher pour la conjugaison. Les Conjuguées filamenteuses se trouvent parfois dans les eaux à cours très lent, parce qu'elles sont le plus souvent fixées dans le jeune âge, et que plus tard leurs filaments forment des masses enchevêtrées plus difficiles à entraîner. Je résume dans un court tableau les stations principales des plantes de la famille des Conjuguées :

1. Terre humide : *Zygnema* (surtout *Zygogonium*).

2. Rochers suintants : Desmidiées associées en colonies gélatineuses (*Mesotænium*, quelques *Penium*, *Spirotænia*, etc.), *Mougeotia*, parfois *Spirogyra*.

3. Fossés et flaques d'eau desséchés en été : surtout *Zygnema* ; *Spirogyra* ; quelques *Euastrum* (sect. *Cosmarium*), *Closterium*.

4. Ruisseaux peu courants et mares permanentes de la région des plaines : Zygnémées, Mésocarpées, *Euastrum* (sect. *Cosmarium*), *Closterium*, *Pleurotænium*.

5. Ruisseaux et mares tourbeuses de la région montagneuse : Desmidiées.

6. Bords des rivières : *Spirogyra*, parfois *Zygnema*.

La comparaison de la flore de notre région avec celle des autres contrées, intéressante à faire, ne peut encore l'être qu'incomplètement. Mais si on la compare avec celle des pays bien explorés et sur lesquels existent des ouvrages généraux (Suède, Angleterre, Allemagne), on remarque que, sur les 137 espèces qui constituent actuellement la flore de Montpellier et des Cévennes, 106 sont communes à ces divers pays, tandis que 31 n'ont encore été signalées que dans notre région. On remarque encore que notre flore se distingue par la simplicité relative des formes. On n'y trouve pas les espèces admirablement ornementées d'*Euastrum*, de *Staurastrum*, de *Micrasterias*, etc. ; seuls, les *E. margaritiferum*, *spectabile*, *decorum*, les *St. margaritaceum*, *insconspicum* rappellent faiblement la richesse de formes qui est un des traits caractéristiques des flores septentrionales.

EXPLICATION DES PLANCHES.

Planche I.

Fig. 1. *Cylindrocystis tumida* : cellule traitée par l'acide picrique. Le chromoleucite et le noyau ont été seuls dessinés en coupe longitudinale optique. Gross. 400.

2. *Micrasterias denticulata* (moitié droite d'une cellule) : la demi-cellule supérieure vivante est pourvue de lobules dentés, la demi-cellule inférieure vide a des lobules entiers. Gross. 200.

3. Lobe médian du même, montrant une portion du chromoleucite traité par l'acide picrique. Gross. 550.

4. *M. denticulata* β. *angustosinuata*. Gross. 200.

5. *M. rotata* : demi-cellule avec un chromoleucite vivant pourvu de deux bourrelets longitudinaux. Gross. 200.

6. *Euastrum elegans* β. *Cebennense* : cellule traitée par l'acide picrique. Gross. 950.

7. *E. amœnum* : cellule traitée par l'acide picrique. Gross. 400.

8. *E. binale*, forme à angles supérieurs arrondis : cell. vide. Gross. 400.

9. *E. formosum* : cellule traitée par l'acide picrique. Gross. 950.

10. *E. anomalum* : *a.* cellule traitée par l'acide picrique. Gross. 950. — *b* cellule vide vue de face ; *c.* cellule vide vue de côté. Gross. 400.

11. *E. didelta* β. *sinuatum* : l'une des demi-cellules est représentée vide, l'autre renferme deux chromoleucites voisins de l'axe traités par l'acide picrique. Gross. 400.

12. *E. pectinatum*, forme à lobe supérieur très large ; cellule vide. Gross. 400.

13. *E. bicuneatum* : *a.* cellule vue de face renfermant un chromoleucite non divisé ; *b.* cellule vue de face avec ses deux chomoleucites normaux ; *c.* cellule vide vue de côté. Gross. 400.

14. *E. rotundatum* : *a.* cellule vide vue de face ; *b.* cellule vue de côté. Gross. 400.

15. *E. quadratulum* : cellule traitée par l'acide picrique, vue de face. Gross. 950.

16. *E. leiodermum* : cellule vue de face, une des demi-cellules renfermant un chromoleucite traité par l'acide picrique. Gross. 950.

17. *E. celatum* : cellule vue de face. Gross. 950.

18. *E. undulatum* β. *Monspeliense* : cellule vue de face, montrant les deux paires de bandelettes supplémentaires. Gross. 950.

19. *E. pseudobotrytis* : *a.* cellule vue de face, traitée par l'acide picrique : *b.* la même vue du sommet ; *c.* cellules en voie de conjugaison : les deux contenus cellulaires sont riches en gouttelettes graisseuses, mais on distingue par transparence les 4 pyrénoïdes et les deux noyaux : ceux-ci ne se sont pas encore fusionnés ; *d.* zygospore mûre entre les deux cellules vidées. Goss. 400.

Planche II.

Fig. 1. *E. calodermum* : Gross. 400.

2. *E. simplex* : Gross. 400.

3. *E. decorum* : demi-cellule vide. Gross. 400.

4. *E. intermedium* : *a.* cellule vue de face, traitée par l'acide picrique ; *b.* la même vue du sommet. Gross. 400.

5. *E. ellipticum* : *a.* cellule traitée par l'acide picrique : l'une de ses moitiés renferme les deux chromoleucites, l'autre est représentée vide ; *b.* la même, vide, vue du sommet ; *c.* la même, pourvue de ses chromoleucites et vue du sommet. Gross. 400. — *d.* Zygospore mûre. Gross. 200.

6. *Staurastrum tumidulum* : *a.* cellule vue de face ; *b.* cellule vue du sommet. Gross. 400.

7. *St. cordatum* : cellule vide : *a.* vue de face ; *b.* vue par un de ses angles ; *c.* vue du sommet. Gross. 400.

8. *St. subpunctulatum* : *a.* cellule quadrangulaire vide, vue du sommet ; *b.* la même avec ses chromoleucites ; *c.* cellule triangulaire vue du sommet ; *d.* demi-cellule vide, vue de face. Gross. 400.

9. *St. hexacanthum* : *a.* cellule vue de face ; *b.* cellule vide, vue du sommet. Gross. 400.

10. *St. inconspicuum*, forme *crassa* : *a.* cellule vue de face ; *b.* cellule vue du sommet. Gross. 950.

11. *Penium fusiforme* : cellule traitée par l'acide picrique ; la couche protoplasmique pariétale est contractée. Gross. 950.

12. *P. cylindrus* : *a.* cellule entière montrant les chromoleucites divisés ; *b.* demi-cellule vide. Gross. 400.

13. *Closterium tumidulum* : cellule vivante. Gross. 400.

14. *Cl. tetractinium* : cellule traitée par l'acide picrique. Gross. 400.

15. *Cl. gigas* : demi-cellule traitée par l'acide picrique. Gross. 150.

16. *Cl. fusiforme* : cellule traitée par l'acide picrique. Gross. 400.

17. *Cl. littorale* : cellule traitée par l'acide picrique. Gross. 400.

18. *Cl. peracerosum* : cellule traitée par l'acide picrique. Gross. 400.

19. *Cosmaridium Cucumis* : Gross. 400.

Planche III.

Fig. 1. *Sphærozosma pulchellum* : *a.* série de cellules montrant les phases successives de la division ; *b.* les mêmes vues de côté. Gross. 950.

2. *Hyalotheca mucosa* : *a.* chromoleucite non divisé ; *b.* commencement de la division ; *c.* cellule adulte ; dans *a.* et *b.* les bourrelets annulaires n'ont pas encore paru ; *d.* cellule vide. Gross. 950.

3. *Desmidium Swartzii* : *a.* cellule vue de face : le contenu s'est contracté sous l'influence de l'acide picrique. Gross. 950. — *b.* cellule vue du sommet. Gross. 400.

4. *Mougeotia viridis* : *a.* cellule vivante. Gross. 400. — *b.* portion médiane de la même traitée par l'acide picrique ; *c.* cellule en voie de conjugaison ; *d.* zygospore mûre vue de face ; *e.* la même vue de profil. Gross. 950.

5. *M. sphærica* : *a.* cellule traitée par l'acide picrique ; *b.* cellules en voie de conjugaison ; *c.* zygospore mûre. Gross. 400.

6. *Zygnema cruciatum* : cellule en voie de se transformer en cellule durable. Gross. 400.

7. Zygospore preque mûre du même : les gouttelettes graisseuses, accumulées en grande quanlité, se sont confondues sous l'action de l'acide picrique et laissent voir par transparence le noyau unique entouré des quatre chromoleucites : ceux-ci possèdent une structure fibreuse rayonnée; leur pyrénoïde n'est pas entouré de grains d'amidon. Gross. 400.

Planche IV.

Fig. 1. *Zygnema ellipticum* : *a*. cellule végétative traité par l'acide picrique; *b*. filaments conjugués avec zygospores mûres. Gross. 400.

2. *Spirogyra sp.* : portion d'un chromoleucite traitée par l'acide acétique, montrant des amas d'amidon et les restes du chromoleucite incomplètement dissous. Gross. 950.

3. *Sp. turfosa* : filaments conjugués. Gross. 200.

4. *Sp. frigida* : *a*. cellule végétative traitée par l'acide picrique ; *b*. cellules conjuguées avec zygospore mûre. Gross. 400.

5. *Sp. conspicua* : *a*. cellule végétative vivante ; *b*. cellules en voie de conjugaison ; *c*. filaments conjugués renfermant deux zygospores, dont l'une vue du sommet paraît sphérique. Gross. 200.

6. Le même : portion d'un chromoleucite traité par l'acide picrique. Gross. 950.

ÉTUDES PSYCHOLOGIQUES SUR LES SINGES

Par J. De FISCHER (de Saint-Pétersbourg).

La vanité humaine a creusé entre les Singes et l'Homme un abîme qui paraîtrait infranchissable et immuable. On veut bien admettre la parenté anatomique, mais on se refuse obstinément à rapprocher les facultés mentales des deux espèces : l'orgueil et certaines théories religieuses s'y opposent. N'essayez pas de citer aux partisans de ces théories des faits plus ou moins frappants sur la vie intellectuelle des Singes, ils vous répondront par le nom absurde d'instinct, comme si les manifestations intellectuelles d'un animal n'étaient pas le résultat de l'expérience transmise ou acquise. Je me propose, dans ce Mémoire, de mettre en relief les côtés psychologiques de nos plus proches parents, principalement d'un Rhesus (*Macacus rhesus* seu *erythræus*) qui m'a fourni un trésor de données psychologiques, et de faire voir que, même à ce point de vue, ils se rapprochent de nous plus qu'aucun autre animal.

Mes observations datent de longues années ; je les ai publiées sous forme d'articles isolées dans le *Zoologischer Garten* [1]. Coordonner ces articles isolés, en dégager les faits saillants et principaux, telle est la tâche de mon nouveau Mémoire. Mes recherches sont basées sur la possession et l'élevage de 1,145 individus.

Deux recommandations capitales au début de telles observations : 1° il faut acheter des Singes jeunes, sortant autant que possible de la forêt vierge ; 2° il faut les traiter en amis, et non en esclaves. Il est bon aussi de les isoler, pour que leur développement intellectuel soit plus libre et que leur attention soit

[1] Tom. VII, pag. 116, 174 ; tom. VIII, pag. 73, 165 ; tom. XXIV, pag. 177, 193, 227, 257, 289, 325.

concentrée sur leur maître, qui doit dans leur isolement remplacer les camarades.

Je n'ai donc jamais acheté de Singes dressés, et j'ai toujours traité mes pensionnaires avec la plus grande douceur, choisissant, pour les punir, les moyens moraux plutôt que physiques. Les rapports doivent être amicaux ; les premières causes de peur et de colère supprimées, il ne restera plus que les sentiments de respect. Le Singe reconnaîtra son infériorité vis-à-vis de l'Homme; il le respectera, mais sans peur.

La peur conduit à l'abrutissement. Perty [1] cite des exemples bien choisis parmi les diverses races de Chevaux. Quelle différence, par exemple, entre les Chevaux de camionnage et les Chevaux arabes ? Autant les premiers sont indolents, apathiques, abrutis, autant les seconds sont éveillés, intelligents et soumis : c'est que les Chevaux arabes sont traités par leurs maîtres plutôt en amis qu'en esclaves ; ils font comme partie de la tente, jouent avec les enfants et reçoivent des caresses au lieu de coups de trique. Quelle différence entre leur sort et celui des Anes ! On se soucie très peu du développement intellectuel de l'Ane et d'autres animaux domestiques, et c'est là la cause de leur infériorité psychique. L'homme demande à l'Ane d'avoir bon dos, au Bœuf bonne viande, au Cochon beaucoup de lard ; et cela lui suffit. Mais qu'on prenne vis-à-vis de ces animaux un programme moins brutal : on verra que les Anes et même les Porcs sont moins bêtes qu'ils n'en ont l'air.

Un fait, pour en revenir à nos Singes, qui devrait nous étonner, c'est que ces animaux naturellement si vifs, si nerveux, brusquement arrachés à leurs forêts pour être enfermés et maltraités, conservent encore dans ce genre de captivité tant de bonne humeur et d'intelligence. Quels progrès n'auraient-ils pas faits au point de vue cérébral si l'Homme s'était depuis des siècles chargé de leur éducation ? Il est probable et presque certain que les générations de Chiens mettraient dix fois plus de

---

[1] *Das Seelenleben der Thiere*, pag. 546.

temps à atteindre un même degré de perfectionnement que les Singes.

Les Singes que j'ai possédés appartenaient à des espèces du nouveau et de l'ancien Monde. Ces derniers sont beaucoup plus intelligents ; je prendrai comme types le Rhesus, le Bonnet chinois, le Babouin, le Mandril, le Dril et quelques autres espèces.

Au mois d'avril 1872, je reçus un jeune mâle de *Rhesus* (*Macacus erythræus* seu *Rhesus*), complètement apprivoisé, du poids de 3 livres trois quarts, mais, comme tous les nouveaux arrivants, enrhumé, très amaigri, et déprimé. Sa chevelure était sans éclat, courte, manquant par places ; la queue était absolument nue. Il avait, quoique mâle, reçu le nom de *Molly*, et y répondait admirablement ; je lui laissai donc ce nom de baptême.

Je lui donnai comme *logement* une caisse de 2 mètres et demi de haut, 1 mètre et demi de profondeur et 1 3/4 de largeur, en bois de chêne raboté, imprégné d'huile, avec des barres transversales ; une des faces était munie d'un treillis, percée d'un trou au centre, pour pouvoir sortir la tête ; le plancher était formé par un tiroir mobile pouvant être sorti et nettoyé deux fois par jour en été, une fois en hiver. Ce plancher était recouvert d'une couche de 20-30 centim. de paille de seigle ; une porte de 30 centim. donnait accès dans la cage.

Cet espace était suffisant pour la grosseur de l'animal et lui permettait de donner libre cours à toutes les manifestations de son tempérament sanguin et nerveux. Quelques jours après son arrivée, je lui permis une légère promenade dans la chambre. Sans rien jeter autour de lui, il alla se poster à une fenêtre, d'où il pouvait à son aise regarder les passants.

Sa conduite fut si raisonnable que je me décidai à étendre ses promenades, ne l'enfermant que pendant mon absence.

Cette liberté d'action, le commerce constant de gens qui, loin de le taquiner, le caressaient (dans les limites qu'il voulait bien permettre), le repos dans son entourage, l'éloignement de tout sujet de crainte et d'excitation, toutes ces circonstances exercè-

rent une influence décisive et favorable sur le développement intellectuel et physique de mon Rhésus.

Son *attachement* vis-à-vis de moi était extrême Il était toute la journée autour de moi et me suivait pas à pas comme le plus fidèle des Chiens. Venais-je à me cacher de lui ou à lui fermer une porte sur le nez, il poussait aussitôt des cris lamentables, cherchant d'abord à ouvrir la porte avec les mains, et réussissant finalement en s'appuyant de tout son poids sur le loquet.

Au mois de mai, ma maison fut peinte, badigeonnée, et à cette occasion entourée d'un échafaudage. L'extrémité de la poutrelle la plus élevée devint alors la place favorite de Molly. Cette extrémité dépassait le toit de la maison de 1^{m} à 1 mètre et demi environ ; c'est là que Molly se chauffait au soleil, tout en observant attentivement les passants. Il ne bougeait pas de son observatoire aussi longtemps que j'étais exposé à ses regards. Mais sitôt que je mettais les pieds hors de la charmille où je travaillais souvent, il se mettait à pousser des cris plaintifs, grimpant ou glissant lestement en bas de la poutrelle, pour me chercher ; il ne cessait de geindre jusqu'à ce qu'il m'eût découvert, événement qu'il saluait par des grognements de joie répétés.

Les Rhésus ont le *caractère susceptible* ; il m'en donna une preuve dès le premier jour de son arrivée. Perché sur les épaules de ma femme, il s'amusait à lui farfouiller ses mèches de cheveux; fatiguée de ce manège, ma femme essaya de l'écarter d'abord doucement, puis rudement; ce dernier procédé valut à ma femme une morsure à la main, morsure payée sur-le-champ par un soufflet bien administré sur les joues de Molly. Celui-ci s'enfuit dans sa cage en faisant force cabrioles. Je le sortis immédiatement, et le caressai pour calmer sa vive irritation. A partir de ce jour, l'inclination qu'il avait pour ma femme se changea en haine violente, et il la lui témoigna jusqu'à la fin de ses jours.

Toute son affection se tourna vers moi seul, et elle était vraiment admirable. Aucun chien (et j'en ai eu beaucoup) n'a montré à ma personne un attachement aussi exclusif que ce Singe, et c'est

d'autant plus singulier que l'animal sort de la vie sauvage et n'est pas, comme le Chien, perfectionné par des milliers d'années de domestication. Molly ne refusait pas des friandises de la main d'autres personnes que moi; mais, tout en acceptant le cadeau, il égratignait ou mordait la main qui les lui offrait.

Mon Rhésus témoignait une grand frayeur vis-à-vis d'un petit Flobert que j'avais un jour déchargé en sa présence pour tuer des moineaux. Il se cacha aussitôt dans la paille de sa cage, et ne se hasarda à la quitter que lorsque la carabine fut de nouveau suspendue. Je n'avais qu'à toucher la poignée pour le faire de nouveau disparaître dans la paille; on n'en voyait sortir que les yeux brillants et épiant tous mes mouvements. Le seul contact de mon index ou d'une canne avec le chien de la carabine suffisait pour lui enlever les derniers restes de tranquillité.

Je portais à ma chaîne de montre un petit pistolet de 4 cent. de long, qui, muni d'une toute petite capsule, donnait une détonation relativement assez forte. Le Singe ne le connaissait pas encore; aussi, assis sur mes genoux, il jouait avec la chaîne, et s'amusait à lécher le canon argenté du petit pistolet. Je plaçai un jour en sa présence une capsule sur le piston du petit pistolet. Le Singe observait toute cette manipulation avec une grande attention, mais dénuée d'inquiétude. Cependant lorsque le chien, en se levant, fit entendre ses deux coups de mise au cran d'arrêt, Molly abaissa profondément ses sourcils; il resta néanmoins tranquillement assis; mais lorsque l'explosioneut lieu, son effroi n'eut plus de bornes. Poussant un cri strident, plein d'angoisse, il se précipite à bas de mes genoux, court à travers plusieurs pièces, saute par la fenêtre, s'accroche au tuyau d'écoulement des eaux pluviales, le descend jusqu'à la rue, et disparaît dans un trou d'égout d'un jardin voisin. Il avait visiblement perdu la tête. Longtemps encore son inquiétude persista, et ce jour-là je dus, pour l'apaiser, déposer ma chaîne de montre.

Il garda de cette journée une telle crainte du petit pistolet, qu'il suffisait de saisir la chaîne pour le faire disparaître dans la paille. Il apprit cependant très vite par l'expérience que la source

de la détonation était, non dans la chaîne, mais dans le pistolet, et il savait très bien le distinguer des autres appendices de la chaîne, qu'il ne redoutait nullement. Assis sur la paille de sa cage, il observait attentivement mes mouvements, lorsque je venais à toucher ces appendices ; plus mes doigts s'approchaient de l'instrument redouté, plus son anxiété était grande, les yeux braqués sur l'instrument, les oreilles tendues, sans cesse à courir dans la cage, prêt à disparaître dans la paille. Il s'assurait auparavant, pour plus de sécurité, si la porte était bien fermée, et un jour que le verrou n'avait pas été poussé, il sortit de la cage, qui ne lui paraissait plus assez sûre, pour aller se cacher sous le lit d'une chambre voisine. En éloignant peu à peu la main du pistolet, j'obtenais des grognements approbateurs ; les lèvres tendues en avant, les muscles de l'oreille se mouvant par saccades, il témoignait la plus grande joie.

Une conclusion forcée de tous ces faits, c'est que, *par l'expérience, les Singes deviennent plus prudents et plus roués.*

Poussant plus loin ce genre d'expériences, j'ai observé que *le Singe reconnaît l'objet de son effroi, même sous forme de dessin.* Cette faculté manque en grande partie aux petits enfants et aux sauvages.

Je reçus un jour un catalogue d'armurier avec prix courant, et illustré. Il y avait entre autres objets un revolver dessiné, de grandeur naturelle, arme que le Rhésus n'avait encore jamais vue. Je passai le catalogue au Rhésus, et celui-ci, à l'instar de beaucoup de Singes, se mit à le feuilleter. Mais, une fois arrivé au dessin du revolver, il laissa tomber le catalogue, en fit le tour avec force grognements et contorsions, et s'enfuit bientôt dans sa cage pour se cacher dans la paille, ne quittant sa cachette qu'après l'éloignement du catalogue.

Ce dernier fait prouve la supériorité de l'intelligence simienne sur celle des autres Mammifères. Je m'éloigne sur ce point de Perty; celui-ci dit, pag. 39 : «Un petit nombre d'animaux, parmi lesquels l'Éléphant, reconnaissent les dessins d'objets qui leur

sont familiers ». Je dois avouer que mes recherches à ce sujet, sur le peu d'Éléphants vivant en Europe, m'ont donné des résultats négatifs. Je ne connais aucun animal domestique qui puisse distinguer un dessin. On a beau montrer aux Chiens de fidèles dessins de Chien, de gibier : le résultat est presque toujours le même. Ils flairent le papier, voulant se rendre compte de sa substance, non de son dessin, et, une fois convaincus qu'il n'y a rien à mettre sous la dent, ils s'abstiennent avec résignation de tout examen plus approfondi. Il n'en est pas ainsi avec les Singes, du moins avec les Singes de l'ancien Monde, les plus intelligents de tous.

Le Rhésus, un Magot (Inuus ecaudatus), trois Macaques ou singes de Java (Macacus cynomolgus) et un Sajou (Cebus hypoleucus) furent un jour dessinés au crayon pour une grande Revue illustrée. Ces dessins étant d'une ressemblance frappante, je donnai à chaque Singe son portrait. Le Rhésus et les Macaques reconnurent les dessins immédiatement, et se comportèrent exactement comme en face d'un miroir. Le Rhésus commença à sourire, puis à rire, et finalement il tourna son derrière au tableau, poussant de joyeux grognements ; immobile dans cette posture, il s'attendait sans doute à être gratté par le Singe dessiné. Les Macaques fixèrent le dessin ; la peau du front tirée en arrière, les lèvres allongées toujours en mouvement, moitié murmurant, moitié grognant, ils considéraient le dessin, en connaissance de cause, tantôt de près, tantôt de loin. Les autres espèces reconnurent de même la nature des dessins, mais sans réagir aussi vivement que les deux espèces déjà citées. Le moins intelligent de tous fut le Sajou, qui, dodelinant de la tête et gémissant, avança la main vers le portrait, essayant de le déchirer avec les ongles. Il est évident que le Sajou ne reconnaissait ce portrait ni pour le sien ni pour celui d'un autre Singe, tandis qu'il saisit fort bien les Insectes dessinés, et qu'il s'effraie à la vue d'une peinture ou d'un dessin de Couleuvre.

Je me garderai bien, malgré ces exemples, de généraliser et d'étendre à toute une espèce les facultés de quelques individus de

cette espèce. Chez les Singes, comme chez l'Homme et les autres animaux, il y a dans une même espèce des individus bien doués et des individus très bornés.

Aucun de mes nombreux Singes ne savait distinguer les dessins de paysages, de maisons, etc., complètement semblables aux sauvages sous ce rapport (S. Denham; *Travels in central Africa*, tom. I, pag. 167; et Collingwood; *Transact. Ethnograph. Soc.*, N. S. tom. VIII, pag. 227; et mes citations tom. X, pag. 85, dans le *Zoologischer Garten*).

Il n'y a que très peu de Chiens qui manifestent en face de leur portrait dans une glace. Quelques-uns le distinguent à peine, et restent dans une indifférence complète; d'autres grognent ou aboient, mais aucun ne cherche à se rendre compte de l'existence réelle d'un deuxième individu. J'ai fait la même remarque pour les Chats, et le Chat de Blanchard (Perty, *l. c.*, pag. 34) à Paris, qui, se précipitant avec fureur sur le miroir, constitue un exemple unique.

Le Rhésus, lui, fixait joyeusement le *miroir;* les muscles de l'oreille tendus, la peau du front et les sourcils tirés en arrière, les lèvres allongées, il souriait, finissait par rire et par tourner au miroir son postérieur pelé.

Le geste qui consiste à *tourner ses fesses* est général chez les Singes aux parties postérieures colorées. Je l'avais déjà décrit, simplement constaté, à propos d'un Mandril (Cynocephalus mormon)[1], lorsque Darwin, ayant lu mon article, m'envoya une lettre à ce sujet; il me demandait quelle signification je donnais à ce geste. Je répondis à Darwin.

Le contenu de ma lettre roulait sur la démonstration expérimentale de ce fait, que le geste de tourner son postérieur est chez les Singes une marque de politesse, de faveur. Une fois en posture, ils s'attendent à être grattés, comme quand on tend la

---

[1] Cette correspondance est publiée en anglais par Darwin dans *Nature*, nº 366, vol. XV, pag. 18; en allemand par moi, *Zoolog. Garten*, tom. XVIII, pag. 76 et suivantes.

main à une autre personne, on s'attend à en recevoir une. Le grattage et le nettoyage des parties anales est une cérémonie qui ne se pratique qu'entre Singes amis et bien disposés l'un envers l'autre. Quelques espèces, telles que le Macaque, le Rhésus et le M. nemestrinus se placent commodément pour ne pas se fatiguer durant la présentation ; ils s'appuient sur les coudes, la tête en bas, l'anus en l'air.

Darwin a vérifié mes observations et dépeint le geste en termes très justes. « L'habitude simienne, de présenter l'anus en guise de salut à un vieil ami ou à une nouvelle connaissance, habitude qui nous paraît si singulière, ne présente au fond aucune différence avec le cérémonial de certains sauvages, de ceux par exemple qui se manipulent le ventre ou se frottent nez à nez.» Darwin a employé un mot précis, comme résultat de mes observations : *le geste en question est un salut.*

Ce salut est peut-être né de l'excitation sexuelle qui accompagne le grattage des parties sacrées. C'est là un côté faible des Singes, que savent très bien exploiter les individus de petite taille vis-à-vis des grands; ils réussissent ainsi à les adoucir et à les bien disposer en leur faveur.

Pour en revenir à mon Rhésus et à la scène du miroir, l'animal, ne se sentant pas gratter par son image, se retournait et passait la main derrière le miroir comme pour saisir l'image. J'en profitai pour le pincer fortement derrière le miroir; il en devint rouge de colère, non contre moi, mais contre son image. Le visage était d'un rouge cru, les oreilles tendues et écartées de la tête, les mâchoires agitées par des bâillements répétés.

Ce *bâillement* était si irrésistible qu'il ne pouvait s'arrêter, pas même mâcher ou avaler. C'est là un signe de forte colère et de violent ébranlement nerveux. Ce phénomène se produit souvent chez les Papions, et presque régulièrement lorsque l'animal, au paroxysme de la colère, ne peut ni se défendre ni attaquer.

Un autre signe de *colère* consiste à secouer violemment des quatre mains les barreaux de la cage, le grillage ou un support quelconque. Cette habitude, née de la forêt, a évidemment pour

but d'effrayer les ennemis par le tapage. Molly ne manquait jamais cet exercice lorsque, après avoir été taquiné par une personne, il entendait celle-ci rire; il comprenait bien ce rire moqueur, en devenait colère, et faisait du tapage. Je rappellerai à ce propos que la cage était vissée à la table, et l'une et l'autre au mur; cette précaution n'est pas de trop, étant donnée la force musculaire de ces animaux. Tant que la cage ballottait, Molly la secouait; sitôt qu'elle était bien fixée, inamovible, il essayait un moment de recommencer, cessait complètement jusqu'à ce qu'avec le temps et l'usage les clous finissent un peu par lâcher et donner du jeu à la cage. Molly saisissait le moment, et le vacarme reprenait. Ayant interposé une plaque en caoutchouc pour amortir les coups et étouffer le bruit, le Singe abandonna son exercice. Il n'était donc nullement mû par le désir de voir sa cage ballotter; son unique but au contraire était de faire du tapage.

Cette habitude, du reste, n'est pas toujours un signe de colère. Certains Singes (Inuus ecaudatus ou Magot commun, Macacus cynomolgus, M. nemestrinus, M. erythræus, M. radiatus, etc.) agissent ainsi non seulement par colère, mais encore par *ennui*, *impatience*, ou pour attirer l'attention sur eux. En désespoir de cause, le Rhésus cherchait dans la paille un vieux croûton de pain desséché, une coque de noix, un os; bref, un objet dur quelconque, avec lequel il pût faire du bruit contre le grillage.

L'impatience, l'ennui, se manifestent chez les Hommes d'une façon analogue. Citons encore, parmi les Singes, le Cynocephalus babuin, porcarius, Cercocebus radiatus, Cercopithecus griseovirodis, diana, petaurista, fuliginosus, Cebus capucinus, hypoleucus.

Pour exprimer le *désir*, il poursuit un *oh!* allongé ou un *o-oh!* en deux syllabes, la seconde d'une quinte plus élevée. Le ton montait au diapason du désir. Il en était ainsi lorsque je parlais à une autre personne des mets favoris du Rhésus (par exemple lait, pomme, pomme de terre, riz). Celui-ci, bien que je ne m'adressasse pas à lui, soulignait les mots connus par des grognements appro-

bateurs et poussait son *oh !* à travers les lèvres, allongées comme pour siffler. Même attitude si je donnais de ma chambre l'ordre d'entrer et de lui apporter sa nourriture. Le Rhésus braquait immédiatement ses yeux sur la porte par où devait entrer l'objet de son attente. Il prenait cette attitude à n'importe quel moment du jour et de la nuit; elle n'était donc nullement influencée par la périodicité du besoin, ce qui chez certains animaux peut déterminer des réactions régulières. Cette attitude était indépendante de la personne qui prononçait les mots. Je pourrais citer des milliers de cas observés chez moi par des centaines de personnes, qui prouvent surabondamment que les *Singes saisissent complètement les rapports de certains mots et des objets correspondants.*

Le Rhésus connaissait en outre les noms de tous les animaux en captivité qui cohabitaient avec lui dans la même chambre, mais dans différentes cages ; il en avait bien alors 60-70. Il me suffisait de prononcer le nom d'un quelconque de ces animaux, sans du reste élever la voix ni regarder l'animal désigné : le Rhésus sortait aussitôt la tête par le trou de la cage, donnant à ses mouvements une direction des plus significatives vers l'animal en question.

Sa peur des Serpents était extrême et s'étendait à tous les objets ayant avec les Couleuvres une ressemblance plus ou moins lointaine, tels que des tuyaux de gaz, des dessins de vers serpentiformes. Ce sentiment d'horreur est commun à tous les Singes. Un de mes pensionnaires, un superbe Mandril (Cynocephalus mormon), ayant l'habitude de farfouiller un peu partout, je ne trouvai rien de mieux, pour limiter ses investigations, quelquefois fâcheuses, que de placer des peaux de serpents sous les objets à respecter. Le moyen réussit admirablement. C'est à ce même Mandril que je fis passer un jour un prospectus du voyage de Semper aux Philippines; il y avait là un dessin d'Holothurie. A la vue subite de ce cornichon de mer, le Mandril fit un saut d'un pied; il frappait le sol (signe de colère chez les Cynocéphales) de ses mains, les cheveux hérissés et le corps tremblant de la tête aux pieds.

Le Rhésus me donna de cette horreur un exemple encore plus frappant. J'avais reçu un grand Python (Eunectes murinus) que tous les jours je faisais apporter dans la chambre et baigner à l'eau chaude. Neuf jours après, il me suffisait de crier « Apportez le Serpent ! » ; au seul mot de Serpent, le Rhésus disparaissait dans la paille. Le Serpent qu'on m'avait donné à soigner était déjà depuis longtemps guéri et réexpédié, que l'audition du fatal commandement faisait trembler Molly, et cela n'importe à quel moment du jour et de la nuit.

Cette crainte des Serpents provient évidemment des effets pernicieux du venin ; les Singes en ont fait la connaissance depuis des milliers d'années, et cette crainte est devenue héréditaire et inconsciente ; ceci est néanmoins à vérifier, et je ne saurais là-dessus être bien affirmatif, n'ayant pas pu malheureusement étudier des Singes nés en captivité. La question ne saurait être tranchée à la légère, car chez l'Homme la crainte des Serpents est loin d'être innée ; on voit souvent des enfants jouer avec des Crapauds et des Couleuvres, que par suite d'une éducation absurde ils craignent et abhorrent plus tard.

Perty dit, pag. 39 : « Les Chiens sont les seuls animaux capables de lire sur la physionomie de l'Homme. » Je ne suis nullement de cette opinion. Il n'y a qu'à posséder des Singes et connaître leur nature, pour voir bientôt que les *Singes lisent mieux que les enfants sur la physionomie humaine*. Je fais une exception pour les Singes du nouveau Monde, qui comprennent peu ou rien au faciès de l'Homme.

Je possédais une petite femelle du Macaque de Java (Macacus cynomolgus) d'un naturel excessivement doux et timide ; il me suffisait d'élever la voix en lui parlant, pour arrêter ses mouvements. Lorsque je rentrais dans la chambre, elle me suivait de l'œil, cherchant à lire sur ma physionomie, cherchant à gagner ma sympathie par un léger murmure, disparaissant ou se rapprochant de moi, suivant le jeu de mon visage. Me voyait-elle lui sourire, elle poussait un cri de joie, me grimpait sur les genoux, se serrait contre moi, les lèvres en mouvement, les yeux fixés

sur les miens. Mais à la première grimace, au premier regard un peu dur, au moindre pli du front, ma Macaque, affolée, dégringolait en criant, et cherchait son salut dans une très prompte fuite.

Le Rhésus répondait de même à l'expression de mes sentiments, soit par une attitude silencieuse et résignée, soit par des sauts désordonnés, par des grognements à modulations variées, et par le sourire et le rire.

L'Orang du jardin de Francfort comprenait tous les mots de son gardien, et celui-ci en faisait ce qu'il voulait, par la parole seulement, sans employer les menaces.

Il ne faut pas oublier que tous ces faits de mémoire et de discernement sont le résultat d'une éducation personnelle au Singe, basée sur son expérience à lui, et en dehors de toute espèce de dressage.

Les Singes ont la *passion du nettoyage*. Une fois sur les genoux, ils vous épluchent de haut en bas, promenant les doigts un peu partout ; il n'y a pas de doublure qui leur échappe. Tout ça, du reste, est fait avec le plus grand sérieux. Je n'insiste pas sur ces détails ; je rappellerai seulement que ces manies de nettoyage peuvent compter parmi les origines du salut : la vie dans les forêts vierges les expose à recevoir dans le derrière, en particulier, des parasites suceurs, des épines, etc. ; de là, une assistance mutuelle et le cérémonial adopté.

Mon Rhésus ne pouvait pas souffrir la tête des gens mal habillés. Il était toujours prêt à me défendre ; il s'élançait sur toute personne qui me touchait même du bout des doigts. Il n'avait pour les enfants aucun respect : on aurait dit qu'il les prenait pour de gros Singes ; il lui arrivait quelquefois de les attaquer, sous l'influence de leurs agaceries. Néanmoins quelques Singes s'amusent avec eux volontiers, et un de mes Mandrills aimait beaucoup à jouer avec les enfants d'un de mes compatriotes.

Le Rhésus avait conscience de l'infériorité de mon domestique vis-à-vis de moi. Il s'emportait contre le domestique lorsque je réprimandais ce dernier ; sa colère était proportionnée au ton

de mes reproches et pouvait l'amener aux voies de fait. Il me secondait dans tous mes simulacres de bataille, si je faisais mine de battre une personne ou un Chien. Sa conduite était différente si on menaçait un de ses semblables ; dans ce cas, sa fureur se tournait contre l'agresseur.

Le sentiment de la *compassion* n'est pas étranger aux Singes. Ils défendent et protègent les individus menacés, les couvrant souvent de leur propre corps. Ils poussent la commisération jusqu'à des animaux d'une autre espèce. Le Rhésus était furieux de voir le Furet, pour son dressage, faire aux Rats des morsures mortelles ; il tirait le Furet par la queue et le mordait même, cherchant à sauver le Rat. Cette tendance à prêter secours est facile à expliquer par la vie sociale des Singes.

Ils *dorment*, au début de la captivité, perchés sur les barreaux; mais ils ne tardent pas à s'habituer au confort de la cage et au décubitus latéral, sur le sol. Le Rhésus savait très bien s'envelopper avec une couverture; il achevait même de se recouvrir en la tirant avec les dents par-dessus sa tête. Il avait des rêves fréquents et agités. Je le voyais souvent sourire, je l'entendais faiblement mais distinctement pousser les grognements du bien-être, du désir et quelquefois de l'effroi. Dans ce dernier cas, il se réveillait régulièrement, fuyant sur la plus haute poutrelle, et jetant de tous côtés des regards effarés.

Son *obéissance*[1] était complète et n'avait d'autre écueil que la *gourmandise*. Si je laissais une friandise sur la table, il n'avait garde d'y toucher en ma présence ; mais je n'avais pas plus tôt tourné le dos qu'il ne restait plus trace de l'objet de sa convoitise. Il n'y avait rien à faire contre ce défaut, si ce n'est de lui opposer la ruse. Il avait par exemple pris l'habitude d'ouvrir une armoire, où il avait déniché un pot de miel ; je ne trouvai rien de mieux que de placer à côté du pot de miel un Pseudopus apus empaillé. Le remède fut efficace.

---

[1] Ces faits se rapportent non seulement au Rhésus, mais à tous les Singes de l'ancien Monde que je possédais.

Un autre cas : Il aimait à voler les cigares, pour les mâcher. Pour l'en dégoûter, je plaçai dans ces boîtes de cigares des Couleuvres desséchées ou des peaux de Couleuvre bourrées de sable. On obtient avec les Singes beaucoup plus par des moyens détournés que par des punitions.

Le *sentiment du droit de propriété* est commun à tous les Singes. J'avais donné à un Macaque de Java une couverture rouge, et à un autre Macaque une couverture bleue. Chacun était jaloux de la possession de sa couverture ; le moindre empiètement sur les droits du propriétaire donnait lieu à une bataille.

Je pourrais aussi citer de nombreux faits d'*envie* et de *cupidité*, par lesquels les Singes ne le cèdent point aux sauvages et aux gens mal dégrossis.

La *curiosité* des Singes est égale à celle des petits enfants et des sauvages. La vue d'un objet nouveau les enchaîne à tel point qu'ils oublient même de manger. Les enfants en font autant, et les grandes personnes aussi : les journaux ne sont-ils pas le produit de notre curiosité?

Lorsque je recevais une nouvelle caisse d'animaux, un cercle de badauds se formait rapidement ; quelques-uns s'aventuraient à fouiller dans la caisse, où étaient parfois de petits carnivores. La main trop investigatrice recevait souvent des morsures, ce qui mettait son propriétaire en fureur, et lui faisait taper sur la caisse à coups de mains. Si l'hôte de la cage était un Singe, il devait se présenter dans la nouvelle société avec toutes les cérémonies en usage. Mais, tout en faisant les salutations en usage, on mesurait son degré d'intelligence et de courage par des taquineries plus ou moins accentuées. Son attitude décidait de son avenir ; il était, suivant les cas, voué aux brimades ou entouré de considération. Cette dernière se mesurait surtout à la taille du nouvel arrivant et à ses coups de dent. La servilité envers les grands et l'oppression des faibles sont de règle chez les Singes. C'est étonnant comme l'Homme en diffère !

Le Rhésus, comme le plus vieux et le plus intelligent de mes

personnages, exerçait une tyrannie raffinée, mais insupportable, sur tous ses semblables Je fus à la fin obligé, pendant les promenades de ces derniers, d'enfermer le Rhésus, ou de l'attacher avec une corde ou une chaîne. Mais il apprit bientôt à dénouer la corde et à détacher la chaîne.

Perty dit, pag. 598: « *Les Singes peuvent délier les nœuds, mais «ne savent pas les faire»* ; mais ce n'est pas là une marque d'infériorité ! Les Singes, comme les autres animaux, ont dans la plupart de leurs actions un but déterminé ; si ce but leur échappe, ils laissent les choses en leur état antérieur. Mon Rhésus avait besoin, pour avoir du miel, d'ouvrir l'armoire, et, pour être en liberté, de dénouer la corde ; il ouvrait l'une et dénouait l'autre. Mais pourquoi refermer la porte ou renouer la corde ? N'est-on pas aussi, chez l'Homme, obligé d'habituer les enfants et les malotrus à refermer portes, etc. ?

Les Singes savent apprécier le *poids*. Je donnai au Rhésus des œufs pleins et des œufs vidés avec une telle perfection qu'il était très difficile, même à l'œil humain, de s'en apercevoir. Au début, le Rhésus mordait œufs vidés et œufs pleins ; à la fin, il rejetait les vidés, sans les mordre. Je continuai les expériences en lui présentant des œufs remplis avec des éclats de fer, du plomb, de la sciure de bois, du sable. Après quelques essais, il ne se laissa plus tromper que par les œufs dont la densité était sensiblement égale à celle des œufs normaux.

Cette faculté de soupeser les œufs n'appartient pas à tous les Singes. 1 Ateles paniscus, 7 Cebus capucinus, 2 Cercopithecus diana, 1 Magot (Inuus ecaudatus) et 11 tout jeunes Cercocebus radiatus mordaient tous les œufs sans distinction et les laissaient ensuite retomber.

A propos de l'*irritabilité* des Singes, Perty dit : « Les Singes sont très susceptibles pour des moqueries ou des offenses imaginaires.» Les Singes ont, il est vrai, un tempérament sanguin ; ils sont par suite très irritables. Mais pour ce qui concerne les offenses imaginaires, il n'y a qu'à voir la conduite des spectateurs devant

une rotonde de Singes; ces offenses n'ont rien d'imaginaire. Une seule chose doit nous étonner : c'est que les Singes, avec leur tempérament et leur genre de vie antérieur, conservent tant de bonne humeur au milieu de leurs nouvelles conditions d'existence.

On ne peut nier que les Singes n'aient une certaine, quoique faible, *notion du nombre*. Mon Rhésus était habitué à recevoir un certain nombre, soit de carottes, soit de pommes, soit de pommes de terre, etc. ; si le nombre n'était pas complet, il savait très bien le remarquer. Il recevait tous les jours quatre pommes; si je n'en donnais que trois, il ne bougeait pas du grillage jusqu'à ce qu'on en eût apporté une quatrième.

La musique le touchait peu ; le cor de chasse l'horripilait et le faisait fuir sous la paille; cet instrument lui produisait le même effet que si on enfonçait des clous dans le voisinage. Il se grattait les oreilles pour effacer les sensations de vibration.

L'esprit curieux et investigateur du Singe fait de lui un *excellent gardien*. Que de fois le Rhésus a porté son attention sur une porte qui était restée ouverte, sur un animal qui s'était échappé à mon insu, sur un objet quelconque qui n'était plus à sa place ! Je pourrais multiplier les cas et montrer la grande supériorité des Singes sur les Chiens de garde. A Java, du reste, il n'y a pas d'écurie qui n'ait son Macaque[1].

Je passerai sous silence leurs divers modes d'amusements, où ils donnent tant de preuves de légèreté, de malice, d'obscénité, parfois de tact. Je citerai seulement un trait comique du Rhésus : il était enchanté d'avoir un cigare ou une pipe allumée à la bouche; il se remplissait les poches des joues de fumée et la faisait ressortir par les narines.

Les Singes savent comparer la *cause* et l'*effet* et en tirer des conclusions ; j'en ai des centaines de preuves : une suffira.

Le lait que je donnais à mes pensionnaires était porté à une température de 22°,50 cent., au moyen d'une lampe Berzélius

---

[1] *Zool. Gart.*, tom. XXIII, pag. 114.

qui était placée sur une étagère à côté de ma table de travail. Aucun de mes Singes n'avait jamais assisté au chauffage, qui avait lieu dans l'arrière-cuisine. Sitôt, néanmoins, que le domestique venait prendre la lampe, c'était dans la chambre un concert de joyeux grognements et de murmures de satisfaction, et cela *quelle que fût l'heure* de cette manœuvre. Les Singes savaient donc que la lampe était nécessaire pour leur repas.

Je dois ici relever un point généralement exagéré, et qui est la source d'une foule d'anecdotes absurdes : c'est le prétendu esprit illimité *d'imitation.*

L'Homme et le Singe, en dépit de toutes les observations contraires, issues la plupart de l'ignorance et de l'orgueil, sont tellement parents entre eux, au physique et au moral, que leurs impulsions sont presque analogues ou du moins excessivement rapprochées. Si le Singe se gratte, mange ou boit à la manière humaine, ce n'est pas par suite de l'imitation, mais par suite de l'analogie de sa conformation corporelle et intellectuelle avec celle de l'Homme. On a raconté que tel ou tel Singe imitait tout ce que son maître faisait ; toutes les histoires de cet acabit sont bonnes à reléguer dans le do maine des fables.

Les Singes possèdent un *langage* entre eux qui est très bien compris par les individus de la même espèce. Les espèces peu rapprochées finissent par se comprendre entre elles, mais à la longue seulement. Les Singes dont les espèces sont très éloignées l'une de l'autre, comme ceux du nouveau Monde (par exemple Cebus hypoleucus, capucinus, Ateles paniscus, etc.), et ceux de l'ancien (Cynocephalus babuin, porcarius, Papio mormon, leucophæus, Inuus ecaudatus, etc.), ne se comprennent pas du tout entre eux, et il leur faut quelquefois plusieurs années pour arriver à être intelligibles les uns pour les autres. On peut dire, sans vouloir cependant exagérer le fait, qu'ils arrivent à apprendre un nouvel idiome ou une nouvelle langue simienne. Comme les pensées des Singes ont une étendue excessivement limitée, et que leurs besoins dépendent seulement de la nourriture et de la lutte pour

l'existence, leur langage est très peu varié et ne se compose que de voyelles, prononcées avec des intonations et accompagnées d'expressions de la figure différentes suivant les mouvements intellectuels. Leurs cris se rapprochent surtout des interjections humaines. Le langage des hommes primitifs n'était sûrement pas trop distinct du langage des Anthropomorphes, et se composait probablement en grande partie de voyelles. Il en est encore ainsi dans les premiers mois de l'enfance ; tout le monde a débuté par les mots de *papa*, *mama*, *tata*, *njanja* (en russe désignation pour père et bonne d'enfant).

Le *rire* et le *sourire* sont des expressions qu'on rencontre le plus fréquemment chez le Mandril et le Dril, et on peut, avec un peu d'adresse, les provoquer chez ces deux espèces, si on sait les imiter dans leur rire ou sourire. Le sourire consiste à retirer les commissures labiales en arrière et en bas, en montrant les dents, sans rien dire et sans écarter les mâchoires, tandis que pendant le rire ils ouvrent la bouche et on entend un rire accentué qu'on pourrait exprimer par *à-à-à*. Les jeunes Singes rient plus facilement que les Singes âgés. Un magnifique Cynopithecus niger que j'ai gardé huit ans, et qui était devenu énorme, ne riait dans les derniers mois de sa vie que quand on le chatouillait, ce qui provoque le rire chez la plupart des Singes de l'ancien Monde, et chez quelques-uns du nouveau (Cebus, Ateles). Le sourire du Rhésus était différent. Il retirait la peau céphalique, comme dans l'état de bien-être, en pressant les lèvres l'une contre l'autre, et les tendant en avant. Il faisait en même temps des mouvements masticatoires. Un degré de joie en plus, et il écartait les lèvres, faisant voir les incisives, et tirant les commissures labiales en bas. Dans le rire même, il mettait à jour toutes les dents jusqu'au milieu des molaires, rejetait sa tête en arrière, et on entendait un *ki-ki-ki-ki* très prononcé.

Le *bien-être* et le *contentement*, ainsi qu'une faible joie, se manifestent chez le Rhésus de la manière suivante. Les oreilles sont rabattues en arrière 1-2 secondes, la peau de la tête est retirée

par moment en arrière, en entraînant les sourcils avec elle. Les lèvres s'allongent, la bouche reste proéminente et laisse seulement une ouverture de la grandeur d'un haricot. En même temps on entend un grognement saccadé, comme *éh*, qu'il répète chaque fois qu'il retire les oreilles.

Chez le Bonnet-chinois (Cercocebus radiatus) la joie, le contentement, le sourire et le rire sont les mêmes que chez le Rhésus. Les vieux Macaques font comme les Rhésus, tandis que les jeunes manifestent leur joie d'une manière tout à fait différente. Ils tendent aussi leurs lèvres en avant et retirent la peau de la tête en arrière; mais ils restent dans cette attitude pendant un temps fort long et non par saccades, comme le Rhésus. Pendant tout ce temps, leurs lèvres, ne changeant pas leur position proéminente, se ferment et s'ouvrent alternativement, en même temps que du fond du larynx s'échappe un murmure comme *oumoum*. Pendant tout ce temps, le jeune Macaque remue la tête en fixant son regard sur son maître ou sur son semblable.

Chez le Magot (Inuus ecaudatus), l'expression de la joie est tout à fait bizarre, et on est tenté, à première vue, de le croire en colère. Les oreilles et les sourcils sont très peu retirés en arrière ; les deux rangées de dents, jusqu'à la première ou à la seconde dent molaire, sont mises à jour; la commissure labiale est fortement tirée en arrière, ce qui fait faire à la peau des joues de nombreux plis semi-lunaires et concentriques, en même temps que la mâchoire inférieure est mue avec une agilité excessive de haut en bas, en s'écartant fort peu de la supérieure, ce qui ressemble un peu au claquement des dents. Je n'ai pu distinguer chez le Magot une différence entre le sourire et le rire, quoique j'aie eu 63 individus de tout âge et de tout sexe.

Les Cynocéphales proprement dits (C. hamadryas, babuin, porcarius, ursinus, flavescens, etc.) soulèvent fortement leurs sourcils dans le sourire ; les oreilles sont rapprochées de la tête, et on entend des sons saccadés produits à bouche fermée, comme *o-o-o*, jusqu'à ce qu'ils commencent à rire, ce qui rappelle un peu l'aboiement, et la bouche est alors considérablement ouverte.

Les Cebus capucinus, hypoleucus, expriment leur joie en tirant la peau de la tête en arrière, en approchant les oreilles de la tête et en mettant leurs dents à jour. Comme je n'en finirais pas de sitôt sur ce chapitre, je renvoie le lecteur à mes Mémoires, déjà publiés dans le *Zoologischer Garten*.

Je finirai par quelques mots sur la *colère*.

Le Rhésus devient rouge de colère (le nez surtout, le front et les parties avoisinantes se colorent en rouge de sang pâle). Le poil se dresse sur tout le corps, les oreilles s'écartent loin de la tête, les yeux sont tout grands ouverts et la bouche aussi. L'animal se dresse sur ses quatre extrémités et s'élance sur l'agresseur. La tête et le thorax ont un tremblement nerveux, on entend des grognements sourds de colère. Cette expression est presque la même chez toutes les espèces de Singes, avec quelques variations de sons, produits selon les espèces et selon les degrés de colère.

Darwin a donné une excellente explication de cette posture. Il dit que le Singe se relève sur ses quatre extrémités pour paraître plus grand, écarte les oreilles pour ne perdre aucun bruit, ouvre les yeux et la bouche pour paraître plus terrible et pour terrifier l'agresseur en lui montrant les dents, geste commun à tous les animaux carnassiers.

Mon Rhésus mangeait, avec un énorme Mandril et un Cynopithecus niger de très grande taille, à ma table, en recevant de tous les plats que je mangeais moi-même. Il préférait du poulet rôti et du mouton rôti à tout autre mets. Il aimait aussi beaucoup les œufs crus, cuits ou rôtis, un faible qui m'avait une fois obligé à payer une somme assez ronde à mon voisin, auquel il avait daigné rendre visite, et manger, briser et emporter plus de 150 œufs de poules de race. Il mangeait tous les grains possibles. Mais il aimait à varier sa nourriture comme tous les Singes, ce qui est la conséquence de leur vie dans des forêts, où toutes les espèces de fruits abondent largement et où ils n'ont qu'à tendre la main pour varier. Parmi les légumes, c'étaient les asperges qu'il préférait à tout autre. Les fruits composaient sa nourriture quoti-

dienne, et il en profitait largement pour dévaliser mon propre fruitier et celui de mes voisins.

Sa boisson ordinaire était le lait et un demi-verre de bordeaux, qu'il prenait avec la main, comme un homme l'aurait fait, sans en perdre une goutte. Je lui donnais quelquefois du thé, du chocolat, du cacao, du café, de la bière et du vin blanc de Tokai. Il abusait souvent de ce dernier, et plus d'une fois il se grisa, car il avait su pénétrer dans une pièce où se trouvait toujours une bouteille de ce vin. Maintes fois mon domestique était obligé de m'appeler pour le porter dans sa cage, ne pouvant presque plus bouger, tant il s'était grisé. Dans son état d'ivresse, il ressemblait beaucoup aux ivrognes humains. Il devenait gai, faisant force cabrioles, tombant à chaque instant, jusqu'à s'étendre sur une table, sur le tapis, etc., incapable de remuer et montrant une colère sourde à tout homme qui osait se rapprocher de lui. Mais, même dans cet état, il ne cessait jamais d'avoir du respect envers moi, et jamais il n'essayait de me mordre. Il se contentait de se débattre furieusement pour ne pas être mis dans la cage, où il s'endormait profondément. Ces excès étaient toujours accompagnés d'un malaise qui durait un ou deux jours, et où il refusait obstinément de manger, mais non de boire.

Après six ans de captivité, il mourut après une maladie très courte. Il pesait au commencement de la maladie 23 livres et demi russes.

A l'autopsie, on trouva : 1) Des tubercules dans la plupart des organes. 2) Hypertrophie du cœur. 3) Inflammation chronique des reins. 4) Morbus maculosus (mal de Werlhof).

CONCLUSIONS.

Des faits rapportés plus haut se dégagent les conclusions suivantes :

Les Quadrumanes gagnent en intelligence si on les traite en amis et non en esclaves; ils gagnent aussi par la captivité et l'isolement, qui les forcent de concentrer leur esprit sur les actes de leur maître.

Les Quadrumanes s'attachent à leur maître plus exclusivement qu'aucun animal domestique, y compris le Chien.

Ils n'oublient pas les offenses qu'ils ont subies, et il est plus facile (c'est même le seul moyen) de corriger leurs défauts par la bonté et la ruse que par des punitions corporelles.

Les Quadrumanes occupent par leurs facultés mentales le plus haut degré de l'intelligence animale, d'autant plus qu'ils ne sont pas domestiqués depuis des siècles, comme le Chien, les Chevaux et tous les autres animaux domestiques.

Leurs facultés mentales offrent le plus grand rapprochement avec celles des enfants en bas âge et des sauvages au plus haut degré de civilisation.

Si l'Homme leur avait consacré tous ses soins et s'ils avaient été susceptibles d'une domestication complète, ils auraient dépassé par leurs forces mentales tous les animaux domestiques à un degré encore plus étonnant.

Les Quadrumanes sont sujets à la plupart des émotions qui se trouvent chez l'Homme, et l'expression de ces émotions se rend par des moyens analogues à ceux de l'Homme.

L'exercice des fonctions intellectuelles et l'expérience perfectionnent leurs facultés mentales, les rendent plus rusés et plus aptes à profiter des circonstances.

Ils craignent les objets qui les ont effrayés et les reconnaissent par l'analogie des formes, même dans les images, faculté qui n'est pas générale pour toutes les espèces humaines en état sauvage.

Ils ont la faculté de tirer des conclusions entre les faits et leurs suites, faculté dont sont privés les enfants en bas âge et beaucoup d'espèces humaines sauvages.

Les Quadrumanes de l'ancien Monde et quelques espèces du nouveau Monde sont les seuls animaux, après l'Homme, qui reconnaissent leurs images même réduites en grandeur et celles des objets qu'ils craignent ou qu'ils aiment, faculté dont sont privés les enfants en bas âge et beaucoup de sauvages. Mais aucun d'eux n'est capable de reconnaître dans une image une maison,

un paysage, etc., etc., un objet quelconque nécessitant des notions plus étendues de la perspective. Cette connaissance, il est vrai, manque à la plupart des enfants même déjà sortis du bas âge, et à un grand nombre d'espèces humaines sauvages.

Les Quadrumanes, pour la plupart, réagissent envers leur image dans un miroir, faculté qui ne se trouve pas ou qui ne se rencontre que rarement chez les animaux domestiques, et dans ce cas seulement parmi des individus doués d'une intelligence exceptionnelle.

Dans toutes leurs actions, les Quadrumanes élevés dans l'échelle intellectuelle agissent avec un but mûrement prémédité et déterminé, ce qui fait qu'ils ne font que ce qui leur paraît nécessaire pour arriver au but, et qu'ils négligent de faire ce qui ne leur présente pas un caractère de nécessité. C'est pourquoi ils ouvrent les portes sans les refermer, dénouent un nœud sans le renouer, etc.

Les Quadrumanes intelligents apprennent à comprendre des mots du langage humain, quand il s'agit des objets qu'ils aiment ou qu'ils voudraient posséder.

Ceux de l'ancien Monde apprennent à déchiffrer l'expression du visage humain, même dans des détails les plus minutieux, faculté qui est tout à fait spéciale aux Quadrumanes et qui fait défaut aux enfants en bas âge et à quelques espèces sauvages du genre humain.

Les Quadrumanes ont adopté parmi eux certains usages d'amitié, d'affection et de faveur, qui paraissent bizarres, mais qui ne le sont nullement si on les compare avec les usages de certains sauvages.

Les Quadrumanes intelligents apprennent à juger les étrangers d'après leur extérieur, comme certains Chiens : c'est ainsi qu'ils reconnaissent l'infériorité des gens mal vêtus ou des domestiques de la maison, ne manifestent envers de tels individus ni respect ni crainte, et les attaquent, même quand on gronde ou bat ces derniers, se mettant ainsi du côté du plus fort.

Les Quadrumanes sont capables de compassion et ils défendent

les faibles de leurs espèces contre l'agression du plus fort, ce qui est une conséquence et un attribut nécessaires de leur vie sociale.

Les Quadrumanes rêvent, ce qui prouve que leur imagination est vive.

Certains d'entre eux ont une notion de la propriété.

Ils aiment des couleurs éclatantes et des objets luisants ou brillants, comme les sauvages et même les gens peu civilisés.

Ils sont sujets à la plupart des passions humaines si celles-ci ne dépassent pas leur horizon intellectuel, qui varie d'après les individus et les espèces. Pour les mauvaises passions, ils ne s'éloignent pas trop des espèces sauvages du genre humain.

Les Quadrumanes sont despotes envers leurs congénères et même envers leurs camarades d'une autre espèce, sentiment qui est naturel et qui est la conséquence de leur vie sociale.

Les Quadrumanes intelligents ont une notion du poids, du nombre et des couleurs.

Ils sont vigilants, ce qui est en relation avec leur vie sociale et leur genre de vie dans des forêts et parmi les rochers, où ils sont entourés d'ennemis et de dangers.

Si les Quadrumanes imitent l'Homme, c'est d'une manière inconsciente, leur organisation étant homologue et leurs impulsions intellectuelles analogues à celles de l'Homme ; les moyens d'expression et les gestes sont les mêmes que chez l'Homme, l'animal le plus rapproché et le plus parent d'eux.

Les Quadrumanes possèdent un langage mimique et un langage vocal qui constituent un attribut et une conséquence inévitable de leur vie sociale, où ils sont obligés de s'avertir du danger, de la découverte d'une source d'alimentation, etc. Le langage vocal s'est développé pour leur permettre de se communiquer leurs sentiments et leurs émotions pendant la nuit, ou quand ils sont séparés l'un de l'autre dans les touffes ou feuillages des arbres.

Les Quadrumanes arrivent à comprendre le langage des autres animaux et des autres espèces simiennes, ainsi que celui de l'Homme s'ils séjournent assez longtemps au contact de ces

derniers. Ils apprennent le langage des autres espèces de Quadrumanes d'autant plus facilement et plus vite qu'elles sont plus rapprochées dans l'échelle de leur parenté naturelle.

Ce langage devient de moins en moins semblable à mesure que les espèces s'éloignent. Les espèces très rapprochées se comprennent dès le premier jour, et on pourrait considérer le langage de ces espèces comme de simples dialectes d'une langue simienne.

Le langage des Quadrumanes ne peut être mieux comparé qu'avec le murmure de jeunes enfants ou de sourds-muets, parce qu'il se compose, en très grande partie, de voyelles, la base primitive de toute langue.

En résumé, le Singe est l'animal qui se rapproche le plus de l'Homme à tous les points de vue, physique et moral, et cette double similitude est une arme excellente en faveur de la parenté de ces deux animaux et de leur descendance commune d'un type simien.

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DES GLOBULES POLAIRES ET DES ÉLÉMENTS ÉLIMINÉS DE L'ŒUF EN GÉNÉRAL (THÉORIE DE LA SEXUALITÉ)

Par M. A. SABATIER.

(*Suite et fin* [1].)

Les vésicules ou sphères hyalines expulsées aux deux pôles de l'œuf des Diptères, observées par Weissmann sur *Chironomus* [2], les panaches hyalins de *Buccinum* et les globules hyalins de *Lymnæus*, peuvent être rapprochés des formations analogues remarquées par divers observateurs, qui, selon moi, ne leur ont pas attribué leur véritable signification.

C'est ainsi que mon collègue et ami Giard [3] a décrit sur les œufs de *Rhizostoma Cuvieri* à la périphérie une série régulière de sphérules formées de substance parfaitement hyaline et qui, d'abord éloignées de la membrane vitelline, viennent ensuite s'appliquer à sa face interne. A un faible grossissement, il semble que le vitellus soit entouré d'une couche de cellules qui

[1] Voir n° de Septembre 1883.

[2] Je tiens à rectifier ici une méprise dont je me suis rendu coupable dans la première partie de ce Mémoire, à propos de la note de Balbiani *Sur les globules polaires des Insectes*. Le texte de la note, qui n'est peut-être pas suffisamment explicite, m'avait fait croire que les cellules polaires étaient reçues dans la cavité de l'invagination du blastoderme. Des renseignements oraux puisés à bonne source m'ont appris qu'il n'en est rien, que les cellules polaires sont situées sur la face convexe de l'invagination qui constituera le proctodæum. Ainsi s'évanouit une des critiques que j'avais adressées aux observations de Balbiani, alors que je demandais ce que devenait cette portion invaginée du blastoderme. Cette réserve faite, je maintiens mes premières appréciations sur ce sujet.

[3] Giard ; *Sur les modifications que subit l'œuf des Méduses phanérocarpes avant la fécondation*. Comptes rendus de l'Institut, 19 mars 1877.

se projettent à sa périphérie suivant des rectangles. A un grossissement plus considérable, on voit que la masse protoplasmique granuleuse centrale est reliée à la membrane vitelline par une foule de petites colonnettes élargies à leurs deux extrémités comme les colonnes formées dans une grotte par la réunion des stalactites et des stalagmites. Ces colonnettes sont constituées par un *protoplasme moins granuleux* que celui du centre de l'œuf. Enfin, au moment où l'œuf arrive à maturité, les colonnettes se rompent et ne laissent plus d'autres traces que de très légers épaississements de la membrane vitelline aux points qui leur servirent d'attache. On a donc alors une masse granuleuse centrale dans laquelle la vésicule germinative n'est plus directement observable, et autour de cette masse une *zone transparente* qui la sépare de la membrane vitelline.

Giard fait remarquer avec juste raison que « l'excrétion des *vésicules hyalines* qui se produit sur toute la périphérie du vittelus de l'œuf de *Rhizostoma* pourrait, chez d'autres animaux, être limitée en *un point de la surface* : le phénomène prendrait alors l'*apparence de la sortie de globules excrétés* ».

«On peut, en présence de ce processus, ajoute Giard, se demander si les phénomènes fréquemment signalés de rejet d'une certaine partie du vitellus, au *moment de la maturation de l'œuf, doivent être considérés comme équivalents chez tous les animaux où on les a observés.* » Chez beaucoup d'animaux, ainsi que l'a démontré Bütschli, les corpuscules de direction prennent naissance par le procédé de division cellulaire, c'est-à-dire avec fuseau et amphiaster ; ces corpuscules excrétés ont, dit Giard, la valeur de *cellules rudimentaires* ayant une signification atavique, et ne peuvent être convenablement appelés *corpuscules de rebut.* Ce nom convient, au contraire, d'après Giard, aux matériaux non cellulaires qui, rejetés par le vitellus, servent à la formation d'organes accessoires de l'œuf, par exemple de la coque ou de la membrane vitelline. Telles sont les vésicules hyalines de l'œuf de *Rhizostoma Cuvieri.*

Il résulte donc de la note que je viens d'analyser et de repro-

duire partiellement, que les sphérules hyalines de *Rhizostoma* prennent naissance dans le vitellus et sont des parties *excrétées du vitellus en dehors de toute participation de la vésicule germinative.*

Il en ressort également que ces sphérules ont pris naissance dans la *zone profonde* du vitellus qui entoure directement le noyau de l'œuf, et se sont transportées ensuite à la périphérie, obéissant ainsi à une impulsion centrifuge.

Il en résulte aussi (et c'est un point que je me propose d'examiner dans le cours de ce Mémoire) que Giard croit devoir distinguer les *corpuscules de direction* ou *globules polaires*, formés suivant le procédé de division cellulaire, de ces *corpuscules de rebut*, constitués par des masses non cellulaires et rejetés par le vitellus.

Giard publie ces observations « parce qu'elles lui paraissent acquérir une *généralité* et une importance plus grandes qu'il ne l'aurait supposé d'abord, grâce aux magnifiques recherches de Weissmann sur l'œuf des Daphnoïdes (Cladocères) ».

Weissmann[1] en effet, dans son beau travail sur l'Histoire naturelle des Daphnoïdes, a observé que dans quelques genres, et notamment dans les genres *Polyphemus*, *Bythotrephes*, *Sida*, *Daphnella*, il se formait au-dessous de la membrane vitelline, entre elle et le vitellus, une nouvelle couche épaisse à laquelle il a donné le nom de coque (*Schale*). Le processus de cette nouvelle formation consiste dans le transport, à la surface du vitellus, de masses sphériques de protoplasma hyalin. J'insiste fortement sur ce point que cette formation ne se produit que dans les *œufs d'hiver*, et fait absolument défaut chez les *œufs d'été* des mêmes espèces. Weissmann pense que ce phénomène ne se produit également que dans les espèces dont les œufs d'hiver, au lieu de séjourner dans une enveloppe spéciale fournie par la peau de la mère, sont appelés à être déposés et à séjourner librement dans

---

[1] A. Weissmann ; Beiträge zür Naturgeschichte der Daphnoiden. (*Zeitschrift für wissenschaft. Zool.*, tom. XXVIII, 1877.)

l'eau. Mais on peut présumer qu'il y a une distinction à faire entre le fait de l'apparition, à la surface du vitellus, d'une série de sphérules ou de masses de protoplasma clair, hyalin, d'avec le fait de la transformation de ces sphères périphériques en une enveloppe ou coque protectrice. Ce dernier phénomène est un fait d'adaptation par changement de fonction, comme on en observe des exemples si fréquents. Cette adaptation ne se produit nécessairement que lorsque les conditions d'existence auxquelles elle correspond se produisent elles-mêmes, c'est-à-dire chez les œufs qui sont appelés à être déposés librement dans l'eau. Mais la séparation centrifuge de sphérules claires de la masse du vitellus des œufs d'hiver est (tout me porte à le penser) un fait général chez les Daphnoïdes ; et si Weissmann ne l'a pas observé chez tous, cela tient probablement à des difficultés spéciales d'observation. Cela est si vrai que, même chez *Lynceus macrurus* et *Lynceus trigonellus*, où cependant les œufs d'hiver sont reçus dans une poche d'incubation fournie par la peau de la mère, cette zone claire de protoplasma se montre fort bien à la surface du vitellus.

Je pense donc, avec Giard, que cette élimination périphérique est à la fois générale et importante, et j'insiste sur ce fait que, chez les Daphnoïdes, les *œufs d'hiver* seuls la présentent. Les fig. 8, Pl. VII, et 33, 34, Pl. IX, du Mémoire de Weissmann, permettront de se rendre compte de la forme et de l'aspect des éléments éliminés, et de la différence que présentent à cet égard les œufs d'hiver et les œufs d'été.

Il ne pourrait être douteux que ces *corpuscules de rebut* (pour employer une expression dont nous comprenons le sens) ont des homologues dans un nombre très considérable de types du règne animal. Je ne vois pas au nom de quelles bonnes raisons on refuserait d'assimiler ces corps aux globules excrétés par les œufs d'Ascidiens, soit comme cellules du follicule, soit surtout comme corps improprement appelés cellules du testa, et que j'ai nommés *globules celluloïdes* parce que leur structure cellulaire est plus ou moins imparfaite.

J'ai démontré le premier[1] l'origine *réelle* de ces deux ordres de corpuscules de *rebut*, et contrairement à l'opinion de Fol[2], qui leur attribuait une origine nucléaire et les faisait provenir d'un bourgeonnement périphérique ou d'une évagination de la vésicule germinative, j'ai parfaitement constaté que ces corps prenaient réellement naissance dans la zone du protoplasma qui environne immédiatement le noyau de l'ovule, et qu'ils se portaient ensuite vers la périphérie pour sortir du vitellus et se placer entre lui et la capsule de l'œuf. Je dois revenir d'ailleurs sur ce sujet dans un Mémoire qui est sous presse, et dans lequel j'ose espérer qu'on trouvera des arguments et des observations qui ne permettront guère de doute sur ce point. Le processus de formation est probablemement le même chez *Rhizostoma* et chez les Ascidiens ; et je ne doute pas que chez les Daphnoïdes il n'y ait un phénomène semblable, dont des observations ultérieures démontreront la réalité.

Je n'ignore pas que Balbiani[3] vient de publier des observations d'où il ressortirait que les cellules du follicule et le noyau vitellin de l'œuf des géophiles sont produits par le bourgeonnement de la vésicule germinative. Mais j'ajoute que des observations faites par moi en septembre 1883 sur *Lithobius forficatus*, et des recherches récentes (février) sur une espèce de *Geophilus* commune à Montpellier, m'ont clairement démontré que, du moins sur ces espèces, la vésicule germinative ne prenait aucune part directe à la formation des éléments ci-dessus. Ce que Balbiani a décrit chez *Geophilus longicornis* comme canal ou entonnoir

---

[1] A. Sabatier ; Recherches sur l'œuf des Ascidiens (*Revue des Sc. nat.*, 3e sér., II, n° 3, 1883.) Sur les cellules du follicule de l'œuf, et sur la nature de la sexualité (*C. R, de l'Ac. des Sc.*, 18 juin 1883.)

[2] H. Fol ; Sur la formation des œufs chez les Ascidiens. (*Journal de Micrographie* du Dr Pelletan, 1877.) Sur l'origine des cellules du follicule et de l'ovule chez les Ascidiens et chez d'autres animaux. (*C. R. Acad. des Sciences*, 28 mai 1883.) Sur l'œuf et ses enveloppes chez les Tuniciers. (*Recueil zoologique Suisse*, 1re année, n° 1, novembre 1883.)

[3] G. Balbiani; Sur l'origine des cellules du follicule et du noyau vitellin de l'œuf chez les Géophiles. (*Zoologischen Anzeiger*, 1883, nos 155-156.)

nucléaire est, chez les animaux observés par moi, sans relation directe avec la cavité du nucléus de l'œuf. Ce dernier est seulement compris dans une masse protoplasmique claire, en forme de massue ou de bouteille ou de fuseau dont le goulot vient aboutir à la périphérie du vitellus, et d'où s'échappent des masses irrégulières de protoplasma granuleux. Ces faits me paraissent d'ailleurs être absolument comparables à ceux que Schäfer [1] a décrits chez la lapine et le poulet et van Bambecke [2] chez les Poissons osseux.

D'ailleurs ce fait de l'élimination, du sein du vitellus, de masses de protoplasme plus ou moins hyalines et plus ou moins différenciées est un fait dont d'autres que moi ont également constaté la généralité, et qui mérite par cela même d'attirer fortement l'attention. Pflüger, Balbiani, Gœtte, Lubbock, Nussbaum, Fol, Schulin, Leydig, Schäfer, Bambecke, Seeliger, Cadiat et Roule ont vu ces corps intra-vitellins, auxquels la plupart ont attribué une marche centripète, tandis que Fol, Nussbaum, Roule et moi avons bien constaté leur marche centrifuge. Il ne saurait y avoir de doute à cet égard : ces corps se portent du centre à la périphérie et sont en réalité des corpuscules de rebut ou, mieux encore (ainsi que je le démontrerai plus tard), des *éléments éliminés*. Seulement je tiens à répéter ici ce que j'ai déjà exposé dans mon Mémoire sur l'œuf des Ascidiens et dans ma Note à l'Institut déjà citée, et que j'ai souvent vérifié depuis lors, c'est que ces corps ne prennent point naissance, ainsi que le prétendent Fol et Balbiani, par un bourgeonnement de la vésicule germinative avec extra-flexion de l'enveloppe et avec étranglement ultérieur, mais qu'ils se forment directement par un processus de différenciation et de concentration au sein de la couche de vitellus qui entoure directement le noyau. C'est là ce que j'ai observé, non seulement chez un grand nombre d'espèces d'Ascidiens, mais encore chez

---

[1] Schäfer ; On the structure of the immature ovarian ovum in the common Fowol and in the Rabbit. (*From the Proceedings of the royal Society*, 1880.)

[2] Van Bambecke ; Contributions à l'histoire de la constitution de l'œuf. (Extrait du *Bultetin de l'Académie royale des Sciences de Belgique*, 3me série, tom. VI, nº 12, 1883.)

Holothuria tubulosa, *Phascolosoma*, chez *Helix*, *Succinea*, *Limax*, *Zonites*, chez *Pagurus*, dans un grand nombre d'espèces d'Aranéïdes [1], chez les Scorpionides, chez plusieurs espèces de Myriapodes (*Lithobius*, *Julus*, *Geophilus*), et parmi les Vertébrés, chez *Rana viridis*, *Bufo vulgaris*, *Hyla arborea*, *Triton palmatus*, chez *Scorpæna*, *Serranus scriba*, *Serranus argus*, *Sargus Rondeletii*, *Mullus barbatus*, et enfin chez le Chien, le Chat, le Veau et l'Homme. Des publications ultérieures fourniront des descriptions et des dessins de ces divers faits.

Nous avons vu que des faits semblables se produisent, d'après Giard, chez les Méduses phanérocarpes et, d'après Weissmann, dans les œufs d'hiver des Daphnoïdes.

Le rôle joué ultérieurement par ces corps éliminés varie dans une certaine limite, suivant les adaptations diverses.

Il arrive quelquefois que ces sphères ou masses protoplasmatiques se transforment en vrais corps cellulaires constituant eux-mêmes un noyau qui s'entoure de protoplasme ou par une sorte de condensation et de sélection centrale de la substance. C'est ce que l'on observe chez les Ascidiens pour les cellules du follicule.

Mais cette organisation cellulaire peut n'être qu'ébauchée et rester très imparfaite; et tel est souvent le cas pour les cellules granuleuses des Ascidiens, ou couche dite du testa. Mais qu'il en soit ainsi ou autrement, ces sphères ou masses protoplasmiques éliminées peuvent servir à former des organes de protection pour l'œuf. Cela se produit ainsi sur les Ascidiens, surtout pour les cellules folliculaires, et chez les Daphnoïdes pour les taches de protoplasma ou *Protoplasma-Flecke* de Weissmann.

Mais, même alors, et dans l'immense majorité des autres cas, ces parties éliminées jouent vis-à-vis de l'œuf un rôle nutritif, c'est-à-dire qu'après avoir été éliminées elles tendent à rentrer dans l'œuf ou dans l'embryon, soit à l'état de corps désagrégés et ramenés à un état granuleux diffus, soit à l'état de sphères cellulaires ou non, mais ayant conservé leur individualité.

---

[1] A. Sabatier; Sur le noyau vitellin des Aranéides. (*C. R. Acad. des Sc.*, 31 décembre 1883.)

Il convient d'ajouter que dans bien des cas, et notamment quand ils jouent le rôle de corps protecteurs, ces corps cellulaires conservent leur indépendance apparente ; ils croissent même en volume et se multiplient, mais ils fournissent à l'œuf des éléments nutritifs qu'ils ont recueillis et peut-être même élaborés. Ce sont les pourvoyeurs de cet élément si exigeant, si vorace, si avide de substance alimentaire, qui doit grossir rapidement, se charger d'aliments extrêmement substantiels, et devenir bientôt un organisme complet.

On trouvera des exemples de tous les cas qui précèdent, en considérant, soit les cellules du follicule des œufs de Poissons, de Reptiles, de Mammifères, qui servent plus ou moins à la nutrition de l'œuf tout en conservant à des degrés divers leur individualité, soit les globules polaires des Vers, des Mollusques, qui se désagrègent plus ou moins et sont absorbés par l'œuf, soit les globules celluloïdes (cellules du testa) des Ascidiens qui subissent le même sort ; on sait, en outre, que les globules polaires des Insectes rentrent directement dans le sein du blastoderme et de l'œuf à l'état de cellules.

Pour ce qui a trait aux Arachnides et aux Myriapodes, j'ai observé que les éléments du follicule, éliminés sous forme de masses du protoplasme granuleux, sont bientôt résorbés par l'œuf. Quant au globule polaire de ces animaux, je suis incliné à penser qu'il est *partiellement* représenté par ce qu'on a appelé le *noyau vitellin*, ou à tort la *vésicule embryogène* ; c'est un corps plus ou moins chromatiné qui s'élimine et qui se désagrège en protoplasmique approchant des couches superficielles du vitellus. Il vient sourdre et s'étaler à la surface de ce dernier à l'état de substance protoplasmique granuleuse, et il cesse bientôt de devenir distinct du protoplasme général, qui forme chez les Arachnides un grand réseau dans les mailles duquel sont les sphères vitellines. Ces notions, résumées dans ma Note à l'Institut déjà citée, seront développées et démontrées dans un travail de longue haleine.

J'ajoute que quelques observations déjà faites, mais encore trop peu nombreuses pour me permettre d'être catégoriquement

affirmatif, me portent fortement à avancer que les cellules nutritives de la chambre vitelline des Insectes ne sont autre chose que des éléments éliminés de très bonne heure et répresentent les vraies cellules folliculaires de l'œuf. Ces cellules, naissant généralement par un pôle de l'œuf, ou bien restent uniques comme en *Forficula*, ou se multiplient comme en *Carrabus*, *Bombyx*, etc.

Enfin, je crois qu'on peut, sans exagérer les droits de l'analogie, faire remarquer combien les faits révélés par P.-E. Müller [1] et par Weissmann dans l'étude de l'Ovogénèse chez les Daphnoïdes sont susceptibles d'une semblable interprétation.

Il résulte en effet, des observations que je cite, que l'œuf des Daphnoïdes provient, non pas d'une seule, mais de quatre cellules du germe, dont l'ensemble a été nommé par Weissmann *groupe de germes* (*Keimgruppe*), groupe dont une cellule devient l'œuf, tandis que les trois autres lui servent de cellules nutritives. Il est remarquable que c'est presque toujours la troisième de ces cellules comptée à partir de l'ovaire qui se transforme en œuf chez tous les Cladocères. C'est très exceptionnellement la deuxième qui joue ce rôle, et jamais la première et la quatrième.

On n'a pu se rendre compte de l'origine et des relations originelles de ces cellules, mais Weissmann considère comme non douteux qu'elles soient reliées par des liens ou rapports génétiques (*ohne Zweifel genetisch zusammengehörigen Keimzellen*, pag. 166). Je vais plus loin, et je me demande s'il ne faut pas considerer les trois cellules nutritives comme étant primitivement trois *cellules folliculaires*, qui se sont formées comme les cellules de cet ordre par l'élimination centrifuge d'une partie du protoplasme chromatiné qui entoure la vésicule germinative.

Cette élimination se ferait suivant les deux pôles opposés d'un même diamètre de la cellule ovalaire primitive, ce que nous savons se produire quelquefois pour les globules hyalins, ainsi

---

[1] P.-E. Müller ; Bidrag til Cladocernes Forplantnings Historie. (*Naturhistorisk Tidskrift. Kjöbenhavn*, 1868-69.)

que nous l'avons vu dans les observations de Weissmann sur les œufs de Chironomus, comme je l'ai observé dans des œufs de Lymnæus, et comme cela tend à se produire dans bien d'autres cas dont il sera question dans la suite de ce Mémoire.

Dans les Daphnoïdes, une cellule folliculaire sortirait toujours par l'un des pôles, et les deux autres par le pôle opposé.

Cette interprétation du groupe de germes a pour elle cette considération que dans les très jeunes groupes il est impossible de reconnaître une séparation entre les cellules, et que le groupe est un cylindre de protoplasme renfermant une série de quatre noyaux. Ce n'est que plus tard que le cloisonnement de la masse en quatre cellules se manifeste, de telle sorte qu'il est possible de penser qu'un noyau primitif a précédé la formation sur ses deux pôles de trois corpuscules d'élimination qui acquerront la structure et la dignité de cellules.

Cette interprétation du groupe de germes est encore rendue plus probable par ce fait que cette disposition en série des quatre cellules, qui permet de supposer une élimination *bipolaire*, n'est nullement le résultat du passage des quatre cellules à travers un tube étroit où elles seraient obligées de se disposer en ligne, mais qu'on l'observe fort bien sur de très jeunes groupes renfermés pêle-mêle dans un large oviducte. (Voir la *fig.* 13 du Mémoire de Weissmann déjà cité.)

Ces faits-là méritent d'attirer l'attention des naturalistes, ainsi que ceux des cellules nutritives de l'ovaire des Insectes. Ce qui a contribué à laisser cette question dans l'obscurité, et à produire des méprises, c'est que dans ces animaux, ainsi que j'ai pu le constater chez les Insectes, l'élimination de l'élément folliculaire se fait *de très bonne heure*, alors que la cellule ovulaire est encore très-petite et ne possède qu'une couche très mince de protoplasma autour du noyau. On comprend qu'il soit extrêmement difficile de reconnaître cette élimination et de distinguer, dans une agglomération de germes petits et peu individualisés encore, l'ovule lui-même de l'élément éliminé qui lui est directement appliqué ; les éléments éliminés, très faibles d'abord, restent

méconnus jusqu'à ce qu'ils aient atteint des dimensions et une constitution qui les font considérer comme des cellules indépendantes, de même origine que les ovules, mais appelées à jouer un autre rôle : celui de cellules de nutrition. Il est important et nécessaire que l'attention des bons observateurs soit portée sur ce point délicat de l'Ovogénèse ; et il y a donc lieu d'espérer qu'avec les microscopes puissants et perfectionnés que nous possédons aujourd'hui, il sera possible d'arriver à la solution de cette intéressante question.

De tout ce qui précède, il ressort cette conclusion que dans un très grand nombre de cas, et peut-être dans tous, une portion du protoplasme environnant la vésicule germinative se sépare et se différencie en des masses ou sphères qui prennent une direction centrifuge et tendent à s'éliminer par la surface. Seulement il convient de distinguer dans ces éliminations deux catégories caractérisées par l'époque à laquelle elles ont lieu : 1° les unes sont *très précoces* et se manifestent dès que la cellule prend le caractère d'ovule, c'est-à-dire aquiert une atmosphère de protoplasma bien circonscrite et bien définie, et manifeste une grande aptitude à croître et à surpasser le volume des cellules embryonnaires environnantes.

2° Les autres sont *très tardives* au contraire et n'arrivent à la périphérie de l'œuf qu'à l'époque de la maturité complète de l'élément reproducteur.

L'œuf des Ascidiens nous montre clairement cette double série d'éliminations. Je renvoie le lecteur au Mémoire déjà cité, et que j'ai publié dans ce Recueil, et je me borne à dire qu'on observe dans ces œufs, de très bonne heure, l'élimination des cellules folliculaires, et plus tard, au moment où l'œuf atteint sa maturité, l'élimination des globules celluloïdes faussement nommées globules du testa. Il y a donc lieu, chez les Ascidiens, de distinguer deux éliminations, dont l'une caractérise pour ainsi dire le début de la vie de l'ovule et dont l'autre accompagne le couronnement de la vie de l'ovule non fécondé, mais dès lors fécondable. Les uns, globules ou *cellules folliculaires*, méritent donc la dénomina-

tion de globules *de début*, et les autres, ou globules celluloïdes, méritent la dénomination de *globules de maturation*. Je préviens le lecteur que dans le cours de ce Mémoire, et pour éviter les dénominations variées déjà données à ces éléments, aussi bien que pour marquer nettement l'époque de leur apparition, j'emploierai le plus souvent ces termes soulignés.

En présence d'un phénomène qui paraît aussi général que celui de l'élimination du sein du vitellus de masses protoplasmiques plus ou moins différenciées, il est nécessaire de se demander quelle est la signification de ces productions.

Les études que j'ai faites de la spermatogénèse dans divers groupes, c'est-à-dire chez les Cnidaires (*Aurelia aurita*, *Alcyonium*) chez les Mollusques (*Mytilus*, *Helix Succinea*, *Zonites*, *Aphysia*), chez les Vers (*Nemertes*, *Salmacina*, *Spirographys*, *Aphrodites*, *Serpula*, *Lombricus*, *Pontobdella*, *Phascolosoma*), etc., chez les Poissons (nombreux Sélaciens) et Téléostéens, chez les Amphibiens (*Rana*, *Bufo*, *Hyla*, *Trito*), chez les Mammifères (*Bos*, *Canis*, *Felis*, *Homo*), études qui seront successivement publiées, m'ont présenté un phénomène très général consistant dans les faits suivants:

1° Un élément cellulaire appartenant au tissu de la prétendue glande mâle (et non d'une manière spéciale une cellule épithéliale) grossit et acquiert une zone plus épaisse de protoplasma. Cette première différenciation constitue la cellule reproductrice primitive [1].

2° Cette cellule se multiplie par division du noyau et du protoplasme.

3° Il résulte de là une agglomération, un groupe de cellules qui forment les *tubes de Pflügers mâles*, ou *nids d'ovules mâles primitifs* ou *polyblastes*.

4° Cette première génération de cellules, ou *protospermoblastes*,

[1] Ce point très important et très délicat de l'origine des cellules sexuelles est ici à peine indiqué. Je réserve l'étude de la signification et du mode de formation de la cellule reproductrice primitive pour un travail spécial, dans lequel je développerai mes idées avec preuves à l'appui.

devenues *plus ou moins* indépendantes, peut donner naissance à son tour à une ou plusieurs générations successives de protospermoblastes. De là résultent des Polyblastes, ou *nids d'ovules mâles*, dans lesquels le volume des éléments cellulaires du même nid décroît à mesure que leur nombre s'accroît.

5° Ensuite chacun de ces éléments cellulaires, qui sont les *ovules mâles définitifs*, acquiert une atmosphère plus épaisse de protoplasme, et dans la zone du protoplasme qui est en contact immédiat avec le noyau naissent, par voie de concentration et de différenciation, c'est-à-dire par voie de *génèse vraie*, des corpuscules homogènes, hyalins, qui se différencient progressivement et peuvent se multiplier par division simple[1]. Ces corpuscules, une fois formés, prennent une direction centrifuge et se portent à la périphérie de l'ovule pour faire saillie à la surface et s'organiser en spermatozoïdes. Par là est formé le polyblaste terminal, ou *deutopolyblaste*, constitué par l'ovule mâle, à la surface duquel se sont éliminés les *deutospermoblastes*. Ces derniers s'organiseront en spermatozoïdes et trouveront pour cela des éléments de nutrition dans le noyau et le protoplasme de l'ovule mâle. Quand ils auront atteint leur développement complet, ils se détacheront, deviendront libres et seront susceptibles de jouer le rôle d'éléments mâles, c'est-à-dire d'éléments fécondateurs. Le noyau de l'ovule épuisé et dépouillé d'éléments nutritifs a pâli, s'est amoindri et aplati, et tend à se désagréger entièrement dans le liquide spermatique, où ses débris peuvent encore servir d'éléments de nutrition.

Telle est, sauf des modifications spéciales à quelques cas, la marche générale du processus de formation de l'élément mâle.

Pour ce qui a trait à la production de l'élément femelle ou œuf, on trouvé pour les trois premières périodes un parallélisme remarquable avec ce qui se passe pour la spermatogénèse.

Seulement il y a cette différence remarquable, et sur laquelle *j'insiste tout spécialement*, que, tandis que dans l'élément femelle

---

[1] Quant au processus intime de cette formation, je renvoie le lecteur à un travail qui doit paraître incessamment dans le *Recueil Zoolog. Suisse*, de H. Fol.

la *multiplication par division* des éléments ovulaires est généralement assez restreinte et se limite de bonne heure, de telle sorte que les *nids d'œufs*, ou tubes de Pflüger femelles, renferment une nombre relativement restreint d'ovules qui ont chacun un volume assez notable, il arrive au contraire pour l'élément mâle que les segmentations successives des ovules sont relativement nombreuses, et que les ovules mâles constitutent des nids composés d'éléments nombreux et de petites dimensions [1]. Cette tendance à la division successive de l'ovule mâle pour parvenir aux ovuvules définitifs cause cette série de générations d'ovules, qui est plus ou moins considérable suivant les cas, et dont la dernière génération peut aboutir à l'apparition, dans le protoplasme voisin du noyau, d'un *nodule céphalique*. (Hermam; Crustacés. Institut, *C. R.*, 29 octobre, 5 novembre 1883.)

C'est cette multiplication parfois considérable des ovules mâles par division des éléments d'un même nid, qui a induit bien des observateurs en erreur et leur a fait croire que le processus fondamental de la spermatogénèse était une simple succession de divisions cellulaires aboutissant à une cellule assez petite pour former le spermatozoïde.

C'est d'ailleurs sur cette différence entre la divisibilité des ovules mâles et des ovules femelles que repose la théorie de la sexualité de Nussbaum [2], sur laquelle j'aurai l'occasion de revenir dans la partie historique de ce travail.

Voici d'ailleurs la série des processus de l'ovogénèse présentés parallèlement à ceux de la spermatogénèse :

1° Un élément cellulaire du tissu de l'ovaire (et non spécialement une cellule épithéliale) grossit et acquiert une couche plus importante de protoplasme.

---

[1] Toutefois la segmentation du noyau de l'ovule mâle primitif n'est nullement un fait nécessaire. Chez les Némertes, le noyau reste intact, et le processus consiste dans la division du protoplasme et dans la formation de groupes plus ou moins volumineux de nodules céphaliques très réfringents. Mais c'est là un fait spécial et qui s'éloigne du processus ordinaire par plusieurs côtés.

[2] M. Nussbaum ; Zür Differenzirung des Geschlechts in Thierreich. (*Archiv. für mikrosk. Anat.*, 1880.)

2° Le noyau de cet élément cellulaire se multiplie plus ou moins par division.

3° Chacun de ces noyaux s'attribuant une atmosphère de protoplasme, il se forme ainsi une agglomération ou groupe d'ovules femelles, que l'on a désigné comme *nid d'ovules femelles*, ou *tubes de Pflüger femelles*.

Ce n'est que dans le cours de la quatrième phase du processus que commence la divergence fondamentale. Les ovules, une fois formés, croissent en volume et dans le protoplasma qui entoure immédiatement le noyau de l'ovule, se différencient par voie de ségrégation et de concentration, c'est-à-dire par génèse, des corpuscules plus ou moins hyalins, qui se portent ensuite vers la surface de l'ovule.

Mais ici commence la différence essentielle ; car, tandis que dans le premier cas ces éléments centrifuges se développaient et s'organisaient aux dépens de l'élément central ou noyau de l'ovule, qui tendait à s'épuiser et à disparaître en nourrissant l'élément périphérique ; dans le second cas, au contraire, l'élément périphérique ou centrifuge se désagrège ou disparaît pour servir d'aliment au développement de l'élément central, qui constitue alors l'œuf ou élément femelle.

Il résulte évidemment de ces faits que les deux éléments de sexualités différentes sont le résultat de l'élimination de l'un des deux dans un corps cellulaire qui au début les possédait simultanément, et qui par cela même était susceptible d'un développement *parthénogénétique*.

Par là se trouve formulée une théorie rationnelle de la sexualité et de la parthénogénèse à laquelle m'ont conduit progressivement, en la perfectionnant et en la précisant, mes études *comparées* de spermatogénèse et d'ovogénèse dans les groupes les plus variés du règne animal.

J'écrivais en effet, le 8 novembre 1882, dans un Mémoire sur la *Spermatogénèse chez les Némertiens*[1] :

---

[1] A. Sabatier ; De la Spermatogénèse chez les Nemertiens. (*Revue des Sc. nat. de Montpellier*, 3e sér, tom. II, n° 2, décembre 1882.)

« Il me sera en effet possible d'établir, dans la suite de mes publications à ce sujet, que dans tout élément cellulaire il y a antagonisme ou polarité différente. entre les portions centrales composées du noyau et de la couche de protoplasma qui le recouvre directement d'une part, et les couches périphériques de protoplasma d'autre part.

» Ces polarités sont de nature sexuelle, la polarité centrale correspondant à l'élément femelle et la polarité périphérique à l'élément mâle. Ces deux polarités de nom contraire ont de l'attraction l'une par l'autre. Toute cellule dans laquelle les deux polarités sont maintenues en équilibre est une cellule *neutre*. C'est un élément *complet* dans lequel rien ne fait défaut et qui est capable de se produire sans avoir besoin d'une influence extérieure, pourvu qu'il soit assez jeune et ait une provision suffisante de principes nutritifs. Mais toute cellule dans laquelle, par suite de la disparition partielle ou totale de l'un des éléments polaires, l'équilibre est rompu, acquiert une polarité prédominante et devient par cela même sexuée. Il suffit pour cela d'une modification de sa nutrition et de son développement qui subordonne un des éléments polaires à l'autre, mette en évidence et en activité une polarité sexuelle que neutralisait la polarité sexuelle opposée.

» Il résulte de là que toute cellule dans laquelle l'élément central se désagrège et disparaît, devient par cela même un élément sexué mâle, et que toute cellule dans laquelle l'élément central devient prédominant et dans laquelle l'élément périphérique est détruit ou rejeté, devient un élément sexué femelle. Les deux Mémoires que j'ai publiés dans ce Recueil (*De la spermatogénèse chez les Annélides*[1] et le présent Mémoire) apportent déjà des matériaux à l'appui de la première des deux propositions, c'est-à-dire au mode de production de la polarité mâle dans la cellule ovulaire.

D'autres faits que je publierai successivement viendront appor-

---

[1] *Revue des Sciences nat.*, 3me série, tom. I, 1882.

ter un contingent considérable de nouvelles preuves. Quant au processus de formation de la sexualité femelle, je ne crains pas d'avancer que j'ai déjà recueilli un groupe suffisant de faits pour en établir la réalité. Ces faits seront également publiés.

J'écrivais en outre, dans une Note insérée dans les *Comptes rendus* de l'Académie des Sciences de Paris du 18 juin 1883 : « Je tiens à dire que ces faits d'élimination d'éléments cellulaires produits par génération endogène m'ont beaucoup frappé par leur généralité, dans l'étude comparée, que je poursuis depuis quelques années, de la spermatogénèse et de l'ovogénèse. Ces faits m'ont conduit à des vues théoriques sur la nature et l'origine de la sexualité des éléments reproducteurs. Ces éléments me paraissent posséder d'abord deux principes de polarités opposées : l'un centripète (cellule ovulaire, blastophore), localisé dans le noyau et une portion du protoplasme; l'autre centrifuge, localisé dans cette autre portion du protoplasme aux dépens de laquelle se forment les éléments centrifuges (cellules du follicule, globules polaires, couches périvitellines, *zona radiata*, spermatoblastes, etc.). Toute cellule dans laquelle les deux polarités sont dans un état réciproque d'équilibre et dans un état de *neutralité sexuelle* plus ou moins grande, est susceptible de parthénogénèse ; mais, si une modification biologique fait disparaître un des deux éléments, l'équilibre est rompu : une des deux polarités devient prédominante, et la cellule acquiert par cela même une *sexualité* déterminée. L'élimination de l'élément centrifuge donne naissance à l'élément femelle, l'élimination de l'élément centripète produit l'élément mâle. Il peut y avoir plusieurs degrés dans la sexualité, et la sexualité complète peut n'être acquise que progressivement par des éliminations successives. Telles sont les vues déjà formulées très succinctement par moi dans la *Revue des Sciences naturelles* de Montpellier (décembre 1882), et que mes nouvelles observations n'ont fait que compléter. Je me réserve d'ailleurs de les développer dans un Mémoire étendu qui est en préparation. »

Aujourd'hui paraît ce Mémoire annoncé, et le lecteur peut

juger que les idées se sont précisées, et que la théorie se présente avec un ensemble de faits et d'appréciations qui m'ont paru suffisants pour en essayer la formule.

Cette théorie permet de comprendre par quel mécanisme il peut se faire que dans une même glande sexuelle certaines cellules fournissent des éléments mâles, et d'autres des éléments femelles, quoique ces cellules soient parfaitement homologues, placées côte à côte, appartiennent à un même groupe, et ne puissent être distinguées avant que les phénomènes de différenciation sexuelle se soient produits. C'est là le cas des Mollusques à glandes hermaphrodites.

Ainsi s'explique encore comment, dans une même masse de tissu destinée à constituer la glande génitale, on peut retrouver des éléments mâles dans une région et des éléments femelles dans la région immédiatement limitrophe. C'est là le cas du testicule de *Bufo*, qui, comme on le sait, est surmonté par l'organe de Bidder. On considère généralement cet organe comme un véritable ovaire rudimentaire, mais on y trouve parfois des œufs assez développés et possédant même un vrai vitellus jaunâtre, ainsi que je l'ai observé plusieurs fois, contrairement à l'opinion qui a été émise que le protoplasma de ces œufs restait toujours transparent et incolore, comme celui des œufs très jeunes.

On connaît en outre l'hermaphroditisme normal des glandes femelles de certains Poissons osseux du groupe des Serrans.

Les faits remarquables d'existence de glandes vraiment hermaphrodites, chez des êtres qui ont normalement une sexualité très nettement accentuée, trouvent aussi leur interprétation dans la théorie que j'expose. On a rencontré quelques cas remarquables d'ovotestis chez les Vertébrés et même chez l'Homme.

Dans un fait publié par Heppner (de Saint-Pétersbourg) [1], chez un homme, de petits œufs renfermés dans des follicules de Graaf ont été trouvés dans une des glandes et des cellules spermatiques,

---

[1] Heppner; Ueber d. wahren Hermaphrodismus beim Menschen. (*Müller's Arch.*, 1870, pag. 676.)

ainsi que des tubes séminaux dans l'autre. Mais dans certains cas anormaux observés chez les animaux, une portion de la même glande est mâle, tandis que la portion contiguë est femelle ; Bourne[1] a décrit tout dernièrement un cas fort intéressant d'ovotestis chez *Rana temporaria*. L'ovaire droit était normal ; mais à gauche l'organe se composait de deux portions, l'une ovarienne postérieure, et l'autre testiculaire antérieure, qui n'étaient pas séparées par une ligne nette, mais qui présentaient dans la région de contact un complet entremêlement des deux éléments. La portion testiculaire était arrondie, tendant à prendre la forme normale du testicule. Elle renfermait des spermatozoïdes mobiles. Les sections pratiquées ont démontré que les *follicules voisins* renfermaient, les uns des œufs, les autres des spermatozoïdes, développés d'une manière normale dans les deux cas. Les figures qui accompagnent le texte de Bourne sont réellement intéressantes et montrent des follicules de Graaf entremêlés avec des follicules testiculaires.

D'autre part, Spengel[2] cite le cas remarquable d'un *Pelobates fuscus* chez lequel il y avait, d'un côté un testicule normal, tandis que du côté opposé la moitié antérieure de la glande était un testicule et la moitié postérieure un ovaire. Il n'y avait d'oviducte ni à droite ni à gauche.

Voilà donc deux faits qui se complètent, démontrant clairement que l'élément reproducteur peut, même chez le même animal et dans le même organe, revêtir tantôt la sexualité mâle et tantôt la sexualité femelle.

Je me borne à faire remarquer combien les théories que j'expose ici sont de nature à résoudre les questions et les doutes élevés par Spengel sur la nature de l'organe de Bidder ; si, comme il le prétend, cet organe, qui persiste chez le mâle, existe aussi chez la femelle jeune, il est rationnel de le consi-

---

[1] Bourne A.-G.; On certain Abnormalities in the Common Frog (*Rana temporria*). *The Quart. Journ. of microsc. Sc.*, janvier 1884.

[2] Spengel; Das Urogenital-System der Amphibien. (*Arb. aus dem Zool. Zoot, Inst. in Wurzburg*, B. III, 1876-77.)

dérer comme un segment antérieur des glandes génitales dans lequel tend plus ou moins à prédominer, quoique faiblement, le processus qui conduit à la sexualité femelle ; mais le mouvement de différenciation paraît être surtout détourné et absorbé par les segments postérieurs de la glande, et le *segment* génital antérieur reste dans un état inférieur de différenciation[1]. Il y aurait peut-être lieu de le considérer comme un ovaire parthénogénétique resté stérile parce que l'activité nutritive lui fait défaut.

L'élément sexuel n'arrive pas toujours à une différenciation sexuelle complète à la suite d'une seule élimination. Deux éliminations sont souvent nécessaires, et parfois davantage ; et c'est plus particulièrement le cas pour l'élément femelle. Aussi, dans la plupart des œufs, y a-t-il une première élimination de l'élément mâle qui consiste dans l'apparition des éléments du follicule : Ces éléments se présentent d'abord sous la forme de masses plus ou moins sphériques de protoplasma différencié, assez réfringent, ordinairement hyalin ou à fins granules. Ultérieurement, ces éléments peuvent devenir de vraies cellules par la condensatien et la concentration des particules chromatinées et par l'acquisition d'une atmosphère de protoplasma (Ascidiens) ; mais il arrive assez souvent que leur constitution cellulaire reste assez imparfaite.

Cette apparition précoce constitue les *globules précoces ou de début,* qui *déterminent* la sexualité de la cellule reproductrice. On pourrait les appeler aussi *globules de détermination.* L'œuf débarrassé de ce premier élément mâle est bien réellement un élément femelle, un *œuf*, mais il ne l'est pas encore complètement dans la plupart des cas ; et c'est quand la différenciation doit être parfaite, c'est-à-dire quand la polarité femelle doit être accentuée et atteindre son degré maximum que surviennent les secondes éliminations, qui peuvent être générales ou localisées, et qui représentent les globules *tardifs* qui comprendront plusieurs catégories, les uns

[1] Il est à remarquer, à cet effet, que dans le développement ultérieur des organes génitaux urinaires, la tendance à prédominer s'accroit généralement d'avant en arrière.

étant formés par des procédés kinétiques et les autres autrement.

Mais il est des cas où l'élimination simple semblerait suffire. Je n'oserais cependant l'affirmer ; mais, si cela était, il faudrait croire qu'alors l'élément éliminé est assez important pour que la sexualité de l'œuf soit complétée du premier coup.

Il faut d'ailleurs reconnaître qu'il y a des œufs chez lesquels la production des globules de maturation est réduite à des proportions plus ou moins faibles, et qui servent de termes intermédiaires entre les œufs d'Ascidiens, de Méduses phanérocarpes et de Daphnoïdes, d'une part, chez lesquels l'élimination des globules de maturation est abondante et se fait sur toute l'étendue de la périphérie de l'œuf ; et les œufs de certains Insectes, et des Arthropodes en général, d'autre part, chez lesquels toute élimination des globules de maturation *semble* faire défaut.

Toutes les propositions et considérations qui précèdent résument les phénomènes qui accompagnent ordinairement la formation des éléments sexuels. Ce sont des formules qui m'ont paru s'appliquer à la plupart des cas et les embrasser. Mais il faut ajouter que dans certains cas le processus paraît s'éloigner passablement de celui que nous venons d'exposer ; et pour la spermatogénèse en particulier il est des faits qu'il semble au premier abord difficile de faire rentrer dans la loi générale. Ce sont ces faits qui ont masqué à la plupart des observateurs la signification de l'élément mâle et qui ont contribué à jeter dans l'histoire de la spermatogénèse cette confusion, cette multiplicité de théories qui caractérisent plus spécialement ce chapitre de l'histogénèse.

Il est cependant possible de démontrer, dans un grand nombre de cas au moins, qu'ici comme ailleurs l'exception confirme la règle, et que ces cas exceptionnels peuvent au fond être compris et interprétés comme des effets modifiés du processus normal et général.

Ce qui constitue la base fondamentale du processus de formation de l'élément mâle peut, en somme, se résumer en ceci, que :

1° l'élément mâle se développe par différenciation dans la couche de protoplasme qui enveloppe le nucléus de l'ovule mâle, et que c'est spécialement un élément d'origine protoplasmique et non nucléaire; 2° l'élément nucléaire, ou noyau de l'ovule mâle, s'atrophie et disparaît par résorption ou désagrégation.

Or il est possible de supposer *à priori* l'existence de cas particuliers où l'accentuation très précoce et très profonde de la sexualité mâle ait de très bonne heure réduit l'ovule mâle à la partie essentielle dans laquelle se forment les éléments mâles, c'est-à-dire le protoplasma. Dans ces cas, l'ovule mâle serait réduit à une masse plus ou moins sphérique de protoplasma clair, finement granuleux, homogène et sans trace de nucléus central. La formation des spermatozoïdes consisterait dans l'apparition, au sein de ce protoplasma, de groupes de corpuscules représentant les têtes des spermatozoïdes, et dans le clivage du protoplasma lui-même pour former les queues de ces éléments,

Ce processus peut être aisément conçu comme une dérivation, mieux encore comme une *abréviation* du processus ordinaire, résultant d'une influence héréditaire. Ces abréviations héréditaires ne sont du reste pas rares dans l'histoire des éléments reproducteurs, et j'aurai l'occasion d'en signaler un exemple remarquable dans un groupe d'animaux où l'abréviation de la spermatogénèse se présente dans des conditions très intéressantes.

Or cette conception *à priori* d'un processus de spermatogénèse dérivé du processus ordinaire, et correspondant à une très grande précocité de la différenciation sexuelle, précocité due à une influence héréditaire, cette conception *à priori*, dis-je, n'est pas purement spéculative et s'observe avec des conditions particulièrement frappantes chez le groupe des Némertiens, dont j'ai étudié et décrit la spermatogénèse dans cette Revue même [1].

La spermatogénèse du *Tetrastemma flavidum* présente en effet

---

A. Sabatier; De la Spermatogénèse chez les Nemertiens. (*Revue des Sc. natur.*, décembre 1882, 3e sér., tom. II, n° 2.)

un exemple remarquable de ce processus de spermatogénèse dans des masses protoplasmiques sans nucléus ; et ce qu'il y a de bien remarquable, c'est que dans d'autres conditions de température, d'âge, etc., le même Tetrastemma possède de grands ovules mâles pourvus d'un beau nucléus, et chez lesquels la spermatogénèse s'opère suivant un processus qui ne diffère du processus général que par des détails non essentiels.

Cette coexistence des deux processus de formation des éléments spermatiques dans un même animal, suivant des conditions extérieures qui ne sont pas encore bien précisées, est à elle seule une démonstration que ces deux processus ne présentent pas entre eux une différence capitale, et qu'il doit être possible de les ramener à un même processus général. Je renvoie le lecteur aux figures qui accompagnent mon Mémoire, et dont les unes, *fig.* 3, 14 *a*, 14 *b*, 14 *c*, 15, ont trait à la spermatogénèse, telles que je l'ai observée au printemps et en été, et chez des animaux adultes dans des ovules à nucléus ; tandis que les autres, *fig.* 18, 19, 20, 21 *abc*, reproduisent les poches spermatiques remplies de protoplasma granuleux sans nucléus, telles que je les ai surtout observées en automne, et chez les jeunes sujets. Mais je désire revenir ici en quelques mots sur l'interprétation que j'ai cru devoir donner à ces faits, car les observations que j'ai faites depuis lors sur l'élimination des éléments protoplasmiques m'ont amené à apporter quelques modifications dans la manière de concevoir les détails du processus dans les deux cas observés chez Tetrastemma.

Le fait capital et remarquable du processus de la spermatogénèse chez le Tetrastemma, c'est le défaut de division du noyau de l'ovule mâle. Le processus se réduit à la division du protoplasme en sphères plus ou moins volumineuses sans noyaux, et à l'apparition dans leur sein de *nodules céphaliques réfringents*. Seulement, en voyant dans les grands ovules à nucléus les sphères protoplasmiques apparaître d'abord à la surface de l'ovule, j'avais pensé qu'elles étaient formées par la portion superficielle ou périphérique du protoplasme, et j'avais attribué à cette cou-

che superficielle la signification d'élément mâle, réservant celle d'élément femelle au nucléus et à la couche de protoplasme qui l'entoure immédiatement. Cette erreur peut s'expliquer par la difficulté et l'impossibilité même de distinguer les masses centrifuges de protoplasme au sein du protoplasme général ; mais elle ne saurait subsister après les résultats généraux de mes observations sur les globules éliminés des éléments reproducteurs ; et l'analogie autorise à considerer ces globules spermatogènes des Némertes comme ayant leur origine au voisinage même du nucléus. D'ailleurs l'examen des poches spermatiques dépourvues de nucléus renferme à cet égard un enseignement qu'il ne convient pas de négliger. C'est toujours en effet dans la partie centrale du protoplasme, celle qui borde la fissure qui se forme au sein de ce dernier, c'est-à-dire dans la partie du protoplasme qui envelopperait le nucléus s'il existait; c'est, dis-je, dans cette partie que se forment les premiers faisceaux de spermatozoïdes. Il y a lieu d'ailleurs d'être frappé de cette opposition entre le lieu du début des phénomènes de spermatogénèse dans les deux cas. S'il existe un nucléus, les sphères où se manifeste d'abord le processus sont superficielles ; s'il n'en existe pas, c'est au centre que le phénomène débute.

Cette influence de la présence d'un nucléus ne saurait passer inaperçue, et il y a lieu de se demander quelle peut être l'explication de cette différence dans la situation des portions de protoplasma qui sont le siège des phénomènes de spermatogénèse.

Cette question m'a conduit à examiner la question plus générale des causes de l'élimination des globules de l'œuf mâle aussi bien que de l'œuf femelle. Pouvons nous nous faire une idée rationnelle des phénomènes qui président à la différenciation sexuelle de la cellule ovulaire par élimination de l'un des éléments, soit centrifuge, soit centripète ?

On peut prendre pour point de départ d'une théorie à cet égard le *fait positif*, *indéniable*, de l'attraction puissante qui se manifeste dans le phénomène de la fécondation entre la substance nucléaire de l'œuf et le spermatozoïde. Il ne peut y avoir aucun doute à

cet égard ; ces deux éléments sont fortement attirés l'un vers l'autre, et le phénomène intime de la fécondation semble être en réalité le rapprochement et la fusion de ces deux éléments pour former le *nucléus* de l'œuf fécondé (*Eikern* de O. Hertwig), c'est-à-dire le *nucléus de segmentation*. Il est généralement admis, d'après les recherches de Fol, de Hertwig, de Selenka, de Flemming, etc., que le pronucléus femelle et le pronucléus mâle se rapprochent, s'appliquent l'un à l'autre et se fusionnent, et que de cette fusion résulte le nucléus de l'œuf fécondé, c'est-à-dire le *nucléus de segmentation*. Il y a encore bien des points obscurs dans ce processus ; mais je n'hésite pas à avancer que la fusion des deux pronucléus me paraît fournir, par suite d'un processus dont l'intimité est loin d'être connue, un ensemble composé non seulement du nucléus de segmentation proprement dit, mais d'une zone de protoplasme finement granuleux entourant immédiatement ce nucléus.

C'est cet ensemble qui est le siège primitif et le point de départ des phénomènes de *fuseau* et d'*amphiaster* qui caractérisent la première segmentation de l'œuf. Il est du reste clairement représenté dans Fol, Pl. VI, *fig.* 1 [1], pour *Toxopneustes*; par O. Hertwig, Pl. IV, *fig.* 12 et Pl. V, *fig.* 5, pour *Rana*[2], et Pl. VII, *fig.* 7 et 8, pour l'Étoile de mer, et Pl. XI, *fig.* 5, pour *Tiedemannia neapolitana* [3]; par C. O. Whitman, Pl. XIII, *fig.* 67, G. H, I. Pl. XIV, *fig.* 68, K. L., pour *Clepsine* [4]; et par Henneguy[5] dans les *fig.* 1 et 2.

Il faut même remarquer que le nucléus de segmentation n'est pas un noyau chez lequel la délimitation périphérique soit très

---

[1] Fol ; *Recherches sur la fécondation et le commencement de l'hénogénie.* 1879.

[2] O. Hertwig ; *Beiträge zür Kenntniss der Bildung Befructung und Theilung des thierischen Eies.* (*Morph. Jahrbruch,* III, Bd. 1877.)

[3] *Id.*, IV, Bd. 1878.

[4] C.-O. Whitman; *The embryology of Clepsine.* (*Quart. Journ. of. micr. Science,* 1878.)

[5] Henneguy ; *Note sur la division cellulaire ou Cytodiérèse.* (Association française pour l'avanc. des Sciences. Congrès de la Rochelle, 1882.)

nette et très accentuée. C'est une masse de substance homogène [1] dont les limites ne sont accusées que par l'action des réactifs et qui même, dans bien des cas, représente au sein du vitellus une masse plus ou moins diffuse, sans membrane limitante, et dont les bords rayonnants se confondent avec une atmosphère protoplasmique immédiate. C'est là une disposition qui se voit clairement dans les *fig.* 10 *d*, Pl. V, et *fig.* 1, Pl. VI, de Fol.

Il est d'ailleurs à présumer que dans le phénomène de la fécondation par la fusion des deux pronucléus, des phénomènes de diffusion jouent un rôle important et contribuent à constituer cet appareil complexe qui forme le noyau de segmentation. Certaines figures, et notamment celles de Flemming [2] (*fig.* 1, 2, 3, 4, 5, 6 Pl. VII), autorisent une semblable interprétation. On voit en effet, dans la *fig.* 1, le pronucléus mâle accolé au pronucléus femelle, et n'ayant perdu qu'une faible quantité de sa substance ; dans la *fig.* 2, le pronucléus mâle a perdu presque tout son volume, mais sans que sa *fusion effective* avec le pronucléus femelle se soit produite. A la *fig.* 3, le pronucléus mâle, réduit à une mince plaque granuleuse, semble se confondre réellement avec le pronucléus femelle. Mais d'autre part, et même avant la fusion des deux pronucléus, les asters se sont produits, et il faut noter que ces asters ont acquis une masse centrale de plus en plus volumineuse. Il résulte de là un parallélisme parfait entre la décroissance du pronucléus mâle et la croissance des masses des asters ; or, si l'on considère que les *figures* des deux pronucléus ne sont pas réellement confondues, mais restent séparées, et que le volume du pronucléus femelle ne paraît pas avoir acquis un accroissement de volume notable, on sera disposé, comme moi, à penser que la substance protoplasmique du pronucléus mâle s'est répandue par diffusion insensible autour du pronucléus femelle et a contribué à y former les masses des asters. Une portion seulement du pronucléus mâle semble pénétrer

---

[1] R. Hertwig ; *Beiträge zu einer einheitlichen Auffassung der verschiedenen Kerformen.* (*Morphol. Jahrbruch*, II, 1876, pag. 71.)

[2] W. Flemmig ; *Zellsubstantz Kern und Zelltheilung.* Leipzig, 1882.

directement dans le pronucléus femelle, et contribuer à la formation de la portion centrale de cet appareil complexe, qui est le noyau de segmentation.

J'aurai d'ailleurs à revenir sur ce point intéressant quand je m'occuperai du rôle de l'élément mâle dans la fécondation et des phénomènes de karyokinèse en général.

Mais il est encore possible, je l'avoue, de concevoir d'une autre manière la formation de cette région centrale de l'œuf, et il est nécessaire que de nouvelles recherches viennent éclaircir ce point passablement obscur.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs de l'intimité du processus de la fécondation, il n'en résulte pas moins que le centre de l'œuf est occupé par un nucléus entouré d'une atmosphère plus ou moins étendue et plus ou moins distincte de protoplasma clair, et que cet ensemble central est le résultat de l'attraction et de la fusion spéciale des deux pronucléus.

Les relations réciproques et le rôle de ces deux éléments peuvent être compris et expliqués par des analogies puisées dans le monde physique. L'élément mâle et l'élément femelle peuvent être considérés comme représentant deux polarités de nom contraire, ayant de l'attraction l'une pour l'autre, et qui, lorsqu'elles sont réunies, *combinées,* sont susceptibles d'être séparées dans certaines conditions, et refoulées alors aux deux pôles opposés. La réunion des deux polarités dans un même élément et un certain état d'équilibre feraient de cet élément un *élément neutre*, possédant tous ces organes essentiels, et susceptible de se développer *parthénogénétiquement.* L'*élimination de l'une des polarités* produirait l'une ou l'autre des deux sexualités.

La cellule reproductrice primitive me paraît devoir être considérée comme étant ordinairement organisée pour la parthénogénèse ; mais la *sexualité provient du degré de prédominance ultérieure de l'une des polarités et de l'élimination plus ou moins complète de l'autre.* Il se produit alors, et sous une influence que nous ignorons entièrement, un phénomène comparable à ce qui a lieu dans le plateau métallique de l'électrophore au contact du plateau

de résine, ou dans un barreau de fer doux au contact d'un aimant, ou sous l'influence d'un courant en solénoïde ; les deux éléments de polarité différente se séparent ; ils sont entraînés loin l'un de l'autre. Cette séparation conduit généralement l'un des éléments, l'élément protoplasmique ou mâle, vers la périphérie, tandis que l'autre élément, ou élément femelle, reste central. De là, les dénominations d'élément *centrifuge* et d'élément *centripète* que j'ai cru pouvoir donner aux éléments de sexualité mâle et femelle. Toutefois il est des cas où, par suite de conditions de *situation* de la cellule ovulaire, ou par suite des conditions de constitution dans lesquelles se trouve le protoplasme de cette cellule, l'un des éléments se porte vers une ou deux extrémités de l'ovule, tandis que l'autre reste central ou se porte vers l'extrémité opposée. C'est là ce qu'on observe dans bien des cas de spermatogénèse, et notamment chez les Insectes, les Sélaciens, les Amphibiens et les Vertébrés en général, ou bien dans l'élimination des globules de l'œuf des Insectes, des Aranéides, des Mollusques et des Annélides, etc.

Cette séparation une fois effectuée dans l'intérieur même de l'œuf, l'un des éléments peut prédominer, conserver sa vitalité, son activité de nutrition, et poursuivre les phases de son développemont progressif, tandis que l'autre est rejeté ou entre dans une voie de régression, perdant sa qualité d'élément polaire pour servir de simple élément de nutrition à l'élément opposé. Il perd sa polarité, son individualité, et disparaît enfin comme élément distinct. En poursuivant notre comparaison, nous pouvons dire qu'il se passe là quelque chose d'analogue à ce qui a lieu dans le plateau métallique de l'électrophore quand le contact du doigt de l'opérateur sur la face supérieure du plateau permet l'écoulement, l'élimination du fluide négatif. La polarité positive reste seule et acquiert par là toute son indépendance, et par conséquent toute son énergie polaire ; n'étant point masquée ou affaiblie par le voisinage d'une polarité contraire, elle a d'autant plus de pouvoir attractif pour cette dernière.

Si l'élément centrifuge est ainsi éliminé, la cellule ovulaire

acquiert par là une polarité exclusive ou, dans tous les cas, très prédominante, et devient un ovule femelle ; si au contraire l'élément centrifuge se développe à la périphérie de l'œuf, tandis que le noyau, ou élément central, pâlit, se désagrège et s'atrophie, l'ovule se transforme en élément mâle.

Par là s'établit une sexualité très prédominante dans l'élément reproducteur, et par là se constituent deux éléments de polarités opposées très accentuées, qui auront par cela même une attraction d'autant plus vive l'un pour l'autre, et seront très fortement entraînées à une combinaison, à une conjugation, c'est-à-dire à la fécondation.

Les considérations qui précèdent nous montrent la parthénogénèse comme étant le mode primitif de reproduction dans le monde animal. L'état neutre, non différencié de l'individu et de l'élément reproducteur, a été certainement la règle dans les premières phases du développement phylogénique, comme il l'est aussi dans les premières phases du développement ontogénique. A mesure d'ailleurs que l'on descend vers les animaux inférieurs qui font partie de notre faune actuelle, à mesure aussi la différence sexuelle des individus disparaît-elle , et à mesure aussi l'élément reproducteur devient-il uniforme et capable de se suffire à lui-même pour la reproduction.

A l'état neutre ou parthénogénétique des animaux inférieurs a succédé l'état hermaphrodite, dans lequel la neutralité de l'individu est accompagnée de la différenciation sexuelle des éléments reproducteurs, soit placés côte à côte et entremêlés, soit situés dans deux portions contiguës de la même glande, ou dans deux glandes très généralement voisines et même contiguës. Les difrenciations sexuelles des éléments produites par voie d'élimination des polarités contraires se sont faites, ou bien sur des éléments isolés d'un même blastème, ou sur des portions ou des régions différentes de celui-ci.

Dans un degré plus élevé de la phylogénie, la différenciation sexuelle s'est établie à la fois dans les éléments et dans les indi-

vidus reproducteurs. Chaque individu n'a plus possédé en fait qu'un des deux ordres d'éléments. Il a été sexué.

La réalité de cette succession dans les différenciations sexuelles est conforme aux lois générales qui semblent avoir présidé à la production des formes diverses dans le monde vivant. La division progressive du travail, qui dans le monde biologique comme dans le monde social est le processus du perfectionnement et de la meilleure utilisation des forces, apparaît comme ayant présidé à la constitution des organes et des forces destinés à la reproduction.

D'ailleurs les formes de passage, les termes intermédiaires entre les degrés accentués de la différenciation sexuelle, sont loin de faire défaut. Le fractionnement, le bourgeonnement et la formation des spores, qui sont des processus parthénogénétiques, se rencontrent chez certains animaux inférieurs en même temps que le plus faible degré de différenciation sexuelle ; c'est là ce qu'on observe chez les Infusoires par exemple, et notamment chez les Vorticelliens. Chez les Grégarinidés, la reproduction par spores peut avoir lieu avec ou sans conjugaison préalable. Chez les animaux même supérieurs se remarquent des cas nombreux d'existence simultanée de la parthénogénèse et de la reproduction sexuelle (Arthropodes, Rotifères), cas qui s'expliquent très naturellement par des retours ataviques.

Chez les Mollusques, chez les Vers, on trouve dans des groupes relativement rapprochés, tantôt l'hermaphroditisme, tantôt la différenciation sexuelle des individus ; enfin chez les Vertébrés eux-mêmes, où les spécialisations se sont cependant caractérisées à un haut degré, on compte des groupes où la différenciation des éléments ne s'est opérée que d'une manière imparfaite et partielle, et où, à côté de la glande mâle ou femelle, se trouvent normalement ou anormalement des éléments appartenant à la sexualité contraire (*Serranus*, *Bufo*, *Rana*, *Homo*).

Ces points suffisamment esquissés, nous devons nous demander quels sont la fin précise et le véritable avantage de la diffé-

renciation sexuelle des éléments. Ma réponse à cette question pourra être déduite d'une appréciation du caractère et du rôle de chacun des éléments sexuels, l'élément femelle ou vésicule germinative, et l'élément mâle ou globules éliminés, ou spermatozoïdes.

Le caractère de l'élément femelle, ou vésicule germinative, est un caractère de concentration, d'unification, de cohésion, cet élément tendant à rester un et à ne pas se fragmenter, à ne pas se sectionner tant qu'il est livré à lui-même et soustrait à toute fécondation. Le caractère de l'élément mâle, globules éliminés, spermatoblastes, spermatozoïdes, est au contraire un rôle de division, de dispersion ; l'un est un élément d'*intégration*, l'autre un élément de *désintégration*.

Si ces deux éléments dynamiques à tendances opposées viennent à se combiner dans des proportions convenables, il en résultera des conditions excellentes pour la division ou segmentation de l'œuf en un nombre plus ou moins considérable de cellules dérivées ou filles, en même temps que pour le rapprochement, la réunion de ces parties en un tout, en un ensemble dont les éléments auront à la fois des degrés convenables d'indépendance et de solidarité. L'œuf non fécondé représentant une unité, dans le sens strict du mot, c'est-à-dire constituée par *un seul* élément, devient, dès qu'il a reçu l'influence de l'élément diviseur ou de désintégration, une unité ou plus justement une *union* composée d'un nombre plus ou moins grand d'éléments. En somme, c'est à l'élément mâle qu'est due la segmentation, comme c'est à l'élément femelle qu'est due la cohésion de l'ensemble.

Il est aisé de concevoir quelle a pu être l'influence d'une division de plus en plus parfaite du travail dans la différenciation sexuelle. La formation d'animaux d'une structure complexe et surtout d'une taille, d'un volume relativement considérables par rapport au volume de l'œuf, ne pouvait avoir lieu qu'au prix du perfectionnement de la puissance qui divise et de celle qui réunit. Pour constituer un organisme complexe et volumi-

neux, il faut un très grand nombre d'éléments, et il faut que ces éléments conservent leurs moyens de cohésion, restent unis, et que l'unité de l'ensemble complexe soit par cela même assurée. C'est là la fin à laquelle me semble avoir répondu la différenciation sexuelle en s'accentuant et en se perfectionnant à mesure que la *complication* et le *volume* progressaient dans la constitution des types animaux. C'est là encore l'explication de ce fait, que la vraie sexualité est le caractère exclusif des Métazoaires, c'est-à-dire des animaux chez lesquels la fécondation de l'œuf est suivie d'une segmentation amenant la formation de cette unité composée d'éléments multiples que l'on désigne sous le nom de blastoderme.

Il convient de remarquer que, dans l'acte de la fécondation tel qu'il est lié à la différenciation sexuelle, l'élément fécondant, ou spermatozoïde, et l'élément fécondé, ou l'œuf, ne sont pas des parties de même valeur. Ils ne correspondent pas l'un et l'autre à des portions exactement semblables des cellules sexuelles que l'on désigne sous les noms d'ovules mâle et femelle. Ces derniers éléments sont exactement homologues et de même valeur. Un ovule mâle équivaut à un ovule femelle Mais les parties en présence, dans l'acte de la fécondation, ne représentent qu'une partie des ovules. De l'ovule femelle ont été éliminés les corpuscules ou globules du *début* et les globules *tardifs* et de *maturation*. De l'ovule mâle a été éliminé l'élément nucléaire central; et quant à l'élément protoplasmique il s'est subdivisé en un très grand nombre de parties très nombreuses qui sont très petites et qui constituent les spermatozoïdes. Or si, comme le prétend Fol et comme cela a du reste lieu dans la plupart des cas, un seul spermatozoïde suffit pour féconder l'œuf, il faut reconnaître qu'il y a une disproportion considérable entre la portion de l'un des ovules qui constitue l'élément fécondé et la portion de l'autre ovule qui forme l'élément fécondant. Cette disproportion ou différence doit constituer une proportion convenable pour la fécondation et pour le développement du blastoderme chez les Métazoaires, et il ne saurait être indifférent que la relation entre la masse des

deux éléments fût modifiée. Un excès de l'élément femelle, ou de cohésion, pourrait s'opposer à une segmentation, ou bien la rendre soit incomplète soit limitée à un petit nombre de segments. Nous verrons à propos des globules de direction que c'est là en effet un cas qui se produit. Un excès de l'élément mâle ou de dispersion semblerait devoir entraîner une division si complète de l'élément reproducteur que les parties résultant de la division, loin de rester unies pour former un ensemble, un tout, un *blastoderme*, se sépareraient entièrement et formeraient autant d'individus distincts, susceptibles de se diviser ultérieurement eux-mêmes.

Je ne veux pas m'étendre outre mesure sur ces considérations; mais je ne puis m'empêcher de faire remarquer combien de semblables points de vue sont susceptibles de jeter de la lumière sur les causes de la reproduction par fractionnement, par gemmation ou par formation de spores, que ces processus soient précédés ou non de la conjugaison. La reproduction par la formation de spores notamment, qui consiste dans la fragmentation de l'organisme en un nombre très considérable de parties dont chacune se développe par la suite en un individu semblable au parent et qui se subdivisera lui-même à son tour ; ce mode de reproduction, dis-je, qui rappelle la segmentation de l'œuf telle qu'elle aurait lieu *sans l'union* des sphères blastodermiques, pourrait bien être la conséquence de la présence, soit dans l'individu isolé, soit dans les individus conjugués, d'un excès d'élément diviseur, c'est-à-dire de l'élément mâle.

On ne peut s'empêcher de voir dans ces phénomènes une voie ouverte pour l'intelligence des ressemblances et des différences qu'il y a entre la reproduction sexuelle et la conjugation. Il s'agirait, dans les deux cas, du rapprochement de deux éléments de polarités plus ou moins accentuées ; mais la différence consisterait dans le changement de proportions de la masse des deux éléments, et pour le cas de la conjugaison dans une quantité plus considérable que d'ordinaire de l'élément mâle ou de désintégration. De là résulterait que les Protozoaires, auxquels appartiennent exclusivement

ces modes de reproduction, constituent rarement des agglomérations cellulaires, mais plutôt des éléments isolés provenant d'un clivage de l'organisme mère, et disposés eux-mêmes à se cliver à leur tour, produisant ainsi plusieurs générations successives jusqu'à ce que l'influence de l'élément diviseur se soit épuisée.

On peut d'ailleurs, me semble-t-il, trouver dans la nature des circonstances où l'élimination *seulement partielle* des éléments de polarité contraire donne lieu à des phénomènes reproducteurs d'un caractère intermédiaire à la sporogénie et à la sexuogénie. J'appelle en effet l'attention du lecteur sur ce fait que, chez les Infusoires, la conjugaison, qui est accompagnée d'une division des paranucléi et souvent des noyaux, est suivie de l'expulsion d'une portion de ces organes, et que les nouveaux paranucléi et noyaux sont formés aux dépens de ce qui reste des organes primitifs. Si l'on songe que chez les Infusoires la fusion des individus conjugués n'est que *temporaire*, et que ces Protozoaires sont les plus élevés de tous et atteignent un degré relativement avancé de complication, on ne pourra s'empêcher de voir dans ces circonstances une forme déjà réelle, quoique encore faiblement accentuée, de la différenciation sexuelle des éléments par élimination de la polarité contraire, et par suite une forme inférieure de l'hermaphroditisme intermédiaire entre la reproduction par des spores et la reproduction sexuelle.

Avant de passer à un autre sujet, je désire faire remarquer que *tout élément cellulaire complet* renferme en lui-même les deux éléments de polarités contraires, et que c'est à cette constitution qu'il doit de pouvoir se multiplier par division, quand il se trouve dans des conditions de nutrition convenables. On ne saurait refuser d'admettre cette vue si l'on considère combien les phénomènes de karyokinèse sont identiques à ceux de la fécondation sexuelle. Dans l'un comme dans l'autre cas, le nucléus acquiert une structure plus ou moins massive et diffuse, perd sa paroi et ses limites précises, et une véritable copulation s'établit entre lui et la zone du protoplasme qui l'entoure immé-

diatement. Ce n'est qu'alors que la division nucléaire se produit réellement.

Quant au rôle *désintégrant* du protoplasme, il ne saurait sérieusement être mis en doute. Les recherches de Straburger, de Fol, de Hertwig, de Mark, de Flemming, d'Henneguy et de bien d'autres me paraissent très démonstratives à cet égard. Comment ne pas être frappé, en effet, de voir la zone protoplasmique claire périnucléaire de l'œuf fécondé présenter des asters de division bien avant toute déformation du nucléus, et même parfois avant que la fusion des deux pronucléi ait été achevée ? C'est là ce qui se montre d'une manière remarquable sur les *fig.* 1, (Pl. VI), de Fol [1] ; *fig.* 8 (Pl. VII), de Hertwig [2] ; *fig.* 5 (Pl. XI), du même auteur [3] ; *fig.* 73, 74, 79, 80, de Mark [4] ; *fig.* 1, 2, 3, 4, 5 (Pl. VII), de Flemming [5].

Le même phénomène paraît d'ailleurs se passer dans la division cellulaire. Il est très évident, tout au moins dans les segmentations blastodermiques, que le processus de la division cellulaire commence par le protoplasma. C'est là un fait qui a été bien constaté, entre autres par Henneguy [6] chez les Poissons osseux, et que j'ai pu observer moi-même dans la division des cellules blastodermiques des Aranéides.

Henneguy insiste sur ce fait que le processus de la division cellulaire commence par le protoplasma et se manifeste par l'apparition et le *dédoublement de l'aster avant aucune modification du noyau.*

Cette initiative du protoplasme et le rôle passif du noyau au début de la karyokinèse me semblent permettre une explication rationnelle des phénomènes de division cellulaire. Les asters

---

[1] Fol ; *loc. cit.*

[2] O. Hertwig ; *loc. cit.* (*Morph. Jahrb.*, IV, 1878 erstes Heft.)

[3] *Id.*, zweites Heft.

[4] Mark ; *loc. cit.*

[5] Flemming ; *loc. cit.*

[6] Henneguy ; *loc. cit.*

pénètrent par deux pôles opposés du noyau de l'œuf ou de la cellule, et en vertu de leur pouvoir dispersif y envoient leurs rayons, qui constituent le fuseau. C'est là un fait qui ressort assez clairement des observations de Bobretzky sur l'œuf de *Rana*, de Fol sur l'œuf de *Pterotrachea*, de Hertwig sur l'œuf de *Pterotrachea* également, de Henneguy sur l'œuf des Téléostéens, etc. Ces rayons de l'aster, pénétrant violemment dans le noyau, semblent *refouler* d'abord la substance nucléaire et la chromatine vers la partie intermédiaire aux deux asters, d'où résulte la plaque équatoriale. Pendant ce temps s'établit une véritable copulation, ou mieux une conjugaison entre chacun des asters et la portion de la masse nucléaire qui est située de son côté.

L'élément de désintégration, se combinant avec l'élément d'intégration, entraîne la séparation de celui-ci en deux moitiés qui s'éloignent l'une de l'autre ; ainsi sont constituées deux masses qui se séparent de plus en plus. Mais alors survient dans chaque masse isolée le rôle de l'élément intégrant qui a pour résultat la concentration des parties et qui rétablit pour un temps un état statique ou de repos, chaque élément ayant repris sa place relative, la substance nucléaire s'étant placée au centre et la substance protoplasmique autour de la première.

Il est permis aussi de se demander si les alternatives de division et de repos de l'élément cellulaire ne tiennent pas à ses alternatives régulières de prédominance de l'un des deux éléments. L'élément de désintégration, venant à dominer, produit une division cellulaire, et trouve dans ce travail une occasion de dépense dynamique qui le rend aussitôt inférieur à l'élément d'intégration. L'influence, devenue prédominante, de ce dernier produit immédiatement une intégration plus ou moins durable de chacun des éléments provenant de la division précédente ; il en résulte pour l'élément intégrant une dépense de force qui contribue à le rendre moins influent. Néanmoins cet état de repos, dû à la puissance intégrante, dure tout le temps nécessaire pour que la nutrition rende à l'élément désintégrant sa première activité, et ainsi de suite. On pourrait s'expliquer par là, d'une

manière satisfaisante et rationnelle, les phénomènes alternatifs de repos et d'activité karyonétique de la cellule.

Ce sont là des vues que ne contredisent pas les faits, mais qui pourront au contraire servir à les relier et à les coordonner. C'est à ce titre que j'ai tenu à les esquisser ici.

Rien de ce qui appartient à la connaissance des êtres vivants n'est en réalité étranger aux spéculations du naturaliste ; aussi me permettrai-je, en passant, une courte excursion sur le terrain moral de la différenciation sexuelle.

L'esprit ne peut se défendre d'un rapprochement à faire entre l'attraction réciproque des individus de sexualités différentes et l'attraction réciproque des éléments de polarités sexuelles opposées. On a le droit de se demander si l'influence de l'élément sexuel sur l'ensemble de l'individu ne pourrait pas donner une explication suffisante de l'attraction sexuelle considérée en général, et dans ses manifestations les plus simples et les plus élémentaires. Il est certain que le rôle joué par l'individu sexué s'efface dans quelques cas d'une manière remarquable et laisse voir à nu, pour ainsi dire, l'influence de l'élément lui-même dans cette impulsion qui pousse un sexe vers l'autre. Dans le cas des Poissons osseux par exemple, la fécondation s'opère en dehors de toute influence de l'individu femelle ; et ce sont les œufs pondus et abandonnés par cette dernière qui exercent sur le mâle cette attraction spéciale et le poussent à éjaculer sur eux sa semence. Dans tous les cas où la fécondation est opérée ainsi par le mâle lui-même sur des œufs déjà pondus et soustraits à la présence de la mère, cette même interprétation a quelques raisons d'être adoptée. Elle n'a rien d'ailleurs de contraire aux faits biologiques connus et peut s'appuyer sur eux. Il n'est pas douteux qu'un mâle ou une femelle se trouvent dans des états moraux bien différents suivant que leurs glandes génitales sont en état d'activité ou de repos et que les éléments sexuels y sont produits avec plus ou moins d'activité. Il est vrai qu'une sorte d'excitation transmise par voie réflexe aux centres nerveux, et plus

spécialement aux centres des impulsions génitales, peut être justement invoquée comme explication de ces états moraux. Mais il faut convenir aussi que la spécialité si remarquable des impulsions et des attractions sexuelles a besoin de quelque chose de plus pour être comprise, et qu'il peut y avoir certaine satisfaction pour l'esprit à les concevoir comme le résultat d'une sorte de *polarisation par influence* de l'individu sexué *tout entier* par l'élément sexuel. Le poisson mâle pourrait être ainsi, à l'époque du frai, entraîné *tout entier* vers l'œuf pondu par une sorte de participation de *tout* son organisme à la polarité sexuelle de l'élément mâle. Est-il nécessaire de rappeler, à l'appui de cette conception, combien la *forme* même de l'individu est modifiée par le sens de la polarité des glandes reproductrices?

Je m'empresse de faire remarquer que de telles considérations me paraissent suffisantes pour l'intelligence de l'attraction sexuelle dans ses manifestations les plus simples, mais que, dans les cas plus élevés, il s'y ajoute d'autres motifs d'impulsion dus à des sensations voluptueuses plus ou moins intenses, ou même à des impressions esthétiques plus ou moins conscientes. Ce sont là des perfectionnements et des complications que l'usage et la sélection naturelle peuvent suffisamment expliquer, attendu que les variétés chez lesquelles l'attraction sexuelle a acquis le plus de vivacité ont naturellement été dans des conditions plus favorables de multiplication et de conservation.

Enfin il est une autre remarque que je livre en passant aux réflexions du lecteur, sans y insister outre mesure. N'est-il pas intéressant de rapprocher le caractère d'élément de désintégration, d'élément centrifuge, d'élément mobile et chercheur que joue le spermatozoïde; de le rapprocher, dis-je, de ce que l'on peut appeler l'*extériorité* du mâle, c'est-à-dire de cette tendance générale du mâle à la vie active, voyageuse et extérieure, qui ne trouve d'exceptions que dans des cas de rétrogradation très évidents (mâles de certains Crustacés inférieurs, mâles de la Bonnelie, etc.)?

A ce premier rapprochement il convient d'ajouter celui de l'état

d'immobilité relative, du caractère de concentration, du rôle d'élément d'intégration, qui distinguent la portion femelle de l'élément reproducteur, avec le caractère d'intimité, d'*intériorité*, d'union, qui sont le propre de la femelle et qui font d'elle la créatrice du nid, du foyer. L'*indépendance* est le propre du sexe masculin, comme de l'élément reproducteur mâle ; la *solidarité* appartient également au sexe et à l'élément reproducteur féminins.

Je me borne à signaler ce rapprochement à faire entre les caractères physiologiques des éléments reproducteurs et les caractères moraux des sexes qui les possèdent, et je livre ce fait comme un sujet de méditation à ceux qui veulent approfondir la question des relations entre le physique et le moral. Pour moi qui pense que ces deux domaines correspondent à deux faces différentes d'une même substance, et qui ne puis saisir la limite qui les sépare, je suis particulièrement frappé de ces relations.

Je tiens maintenant à aborder d'une manière aussi complète que possible l'examen de la valeur des globules polaires proprement dits, ou corpuscules de direction, et à établir quels sont leurs points de ressemblance ou de différence avec les globules dits *de rebut*[1], dont je me suis surtout occupé jusqu'à présent.

Y a-t-il entre ces deux ordres de globules éliminés une différence capitale, ou seulement partielle, et en quoi consiste cette différence ? C'est là le sujet que je vais actuellement aborder.

La différence capitale et absolue, dirai-je, que l'on établit entre ces deux ordres de produits, c'est que les uns, *corpuscules de rebut*, sont des masses protoplasmiques rejetées du sein de l'œuf par un simple phénomène d'expulsion, tandis que les globules de direction sont de véritables cellules formées suivant le pro-

---

[1] Pour éviter toute confusion, je dois prévenir que j'appellerai *globules polaires ou de direction*, ou *cellules polaires*, les éléments séparés de l'œuf par voie de karyokinèse, et *globules*, ou *cellules de rebut*, les éléments simplement rejetés de l'œuf, sans phénomènes de karyokinèse évidents. Cette notification est rendue très nécessaire par la confusion considérable que les auteurs ont introduite dans ces diverses appellations.

cessus général de la division cellulaire (fuseau et amphiaster) et sont, en somme, le produit d'une segmentation inégale.

Cette opinion, qui fait de la formation des globules polaires un *simple* phénomène de division cellulaire, est partagée par l'unanimité des naturalistes qui se sont occupés de la question. « Sur leur mode de formation, dit Fol [1], le doute n'est plus permis; les processus internes sont les mêmes que ceux de la division cellulaire. »

« Au point de vue morphologique, dit Mark [2], on ne saurait douter que les globules polaires soient des *cellules*. Ils sont formés par un processus semblable, *dans tous les points essentiels*, au processus ordinaire de la division cellulaire. Ils sont composés d'une substance protoplasmique qui se colore faiblement, et d'une substance nucléaire qui se colore d'une manière intense. Cette dernière provient, par l'intermédiaire d'un fuseau et d'une plaque nucléaire qui se dédouble, provient, dis-je, de la substance nucléaire de l'œuf encore non mûr. La zone latérale des renflements de la plaque nucléaire n'est pas toujours réunie dans le globule en un noyau *unique*. Il est possible que dans certains cas cette condition soit due à ce qu'il n'y a pas eu un temps suffisant pour l'accomplissement des actes successifs de consolidation. Mais, en tout cas, il est impossible de ne pas conclure qu'il y a un abaissement dans l'activité fonctionnelle de cette cellule, qui retarde le complément de son organisation au delà de la période normale de ces modifications. Il est probable que certaines cellules polaires n'auraient jamais atteint leur état typique (une cellule avec un noyau unique), même dans le cas où leur activité n'aurait point été interrompue par l'action des réactifs. Un abaissement dans le pouvoir fonctionnel de la cellule polaire est finalement suivi d'une complète destruction de son intégrité morphologique. Mais ce fait ne doit pas lui faire refuser

---

[1] H. Fol; *Recherches sur la Fécondation*, 1879, pag. 243.

[2] Mark; *Maturation, Fecundation and Segmentation of Limax campestris*, 1881, pag. 549.

sa valeur morphologique comme cellule, pas plus que la graduelle altération de structure d'un élément de l'épiderme ne doit autoriser à ce qu'on lui nie le caractère de cellule. »

S'il est vrai que dans la production de ce que l'on appelle proprement globules polaires, ou bien globules ou cellules de direction, ou avec Fol sphérules ou cellules de rebut ; s'il est vrai, dis-je, qu'il y ait des phénomènes entièrement semblables à ceux de la division cellulaire, il n'en est pas moins vrai aussi qu'il y a des différences qui n'ont pu échapper à la sagacité des observateurs. Fol reconnaît fort bien en effet que « la concordance entre la production des globules polaires et un partage inégal de cellules, que cette ressemblance, qui paraît complète au premier abord, se trouve diminuée par certains faits d'observation.... L'aster externe des amphiasters de rebut n'occupe pas le milieu de la sphérule de rebut en voie de bourgeonnement, comme cela se voit dans les divisions cellulaires même les plus inégales. Le centre de l'aster extérieur arrive lui-même à la surface du vitellus, et continue ensuite à occuper la partie la plus externe du globule polaire jusqu'à ce que ce dernier soit presque détaché. Le centre de cet aster n'est donc pas entouré de tous côtés par les rayons unipolaires divergents ; ces rayons sont limités à l'espace circulaire compris entre la superficie et le fuseau des rayons bipolaires. Cette différence dans la disposition de l'un des asters doit répondre à une différence dans le mécanisme de la division et des forces qui y président. Il semble, dans le cas actuel, que l'*amphiaster soit en quelque sorte expulsé*, *poussé* par une *vis à tergo*, au lieu d'agir comme deux centres d'appel. *Il serait inutile de chercher à expliquer les causes* de ce désaccord tant que le mécanisme de la division ne sera pas mieux connu. Il me suffit d'avoir montré que la distinction est *réelle* et porte sur des *points essentiels*.... Les globules polaires n'ont aucune utilité par eux-mêmes ; c'est un fait *assez universellement reconnu*. Ce sont de petits amas d'une substance qui est devenue *superflue* ou plutôt *nuisible* à l'œuf, et que le vitellus expulse pour cette raison... »

Mark fait également observer que, « malgré la nature cellu-

laire du globule polaire, il y a, *en outre de ses faibles dimensions*, une particularité morphologique liée à son processus de formation, particularité qui a été déjà remarquée sans doute, mais à laquelle on n'a pas attaché *une importance suffisante*. Ce trait unique est la *coalescence du corpuscule aréal* (*areal corpuscle*) *de l'aster externe avec l'enveloppe de la cellule polaire à son extrémité distale*. Cette particularité peut avoir une importance à deux points de vue. Il est possible qu'elle serve un jour à une meilleure intelligence des forces mises en œuvre dans la division cellulaire ; et elle peut aussi permettre de déterminer quelle part a le *corpuscule aréal* de l'aster dans la formation des nouveaux noyaux.... La relation du centre de l'aster externe avec l'enveloppe de la cellule polaire *diffère certainement* de sa relation avec l'enveloppe des segments de sphère dans la division cellulaire ordinaire ; pour cette dernière, il n'arrive *jamais*, quelque petit que soit l'un des produits de la segmentation, que le centre de l'aster soit voisin de la paroi externe de sa cellule. C'est là une *particularité* de la formation des cellules polaires *qui mérite plus d'attention qu'on ne lui en a donné*. Peut-être *y a-t-il là un indice que la production des globules polaires* n'est point *le résultat de la division cellulaire* ; mais il me semble pourtant que cela ne constitue pas un obstacle fondamental à cette conception. »

Les réflexions qui précèdent méritent fort de fixer notre attention, car il peut en ressortir une notion plus juste et plus vraie de la nature et de la signification des globules polaires ou de direction.

Il est un autre fait sur lequel on ne s'est pas arrêté et qui semble être passé presque inaperçu, parce qu'il ne se présente pas toujours. Il arrive parfois que l'archiamphiaster, c'est-à-dire l'amphiaster appelé à participer à la formation des globules polaires, se transporte jusqu'au voisinage de la surface du vitellus, en ayant son grand axe non perpendiculaire à cette surface, mais oblique et même assez souvent parallèle. De telle sorte que pour qu'il se produise une division cellulaire capable de donner un globule polaire, il faut que l'axe du fuseau bascule peu à peu de

manière à ce que l'un des asters devienne externe, l'autre restant interne.

Des exemples de ce fait ont été reproduits par Fol dans les *fig.* 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 13 (Pl. II), et dans les *fig.* 6, 7, 8, 9 (Pl. VIII)[1]; par Hertwig, dans les *fig.* 4, 5, (Pl.VI)[2], et par Withman, *fig.*62[3]. Ce fait m'a paru se présenter dans les cas où l'archiamphiaster a de petites dimensions, tandis qu'il se manifeste plus faiblement dans les œufs où le fuseau prend de grandes proportions. Mais, même dans ce dernier cas, il y a des phénomènes qui permettent de soupçonner cette tendance à un degré plus ou moins accentué d'obliquité dans le clivage. Il arrive en effet alors que les globules sortent souvent suivant une direction *oblique* évidente, et le clivage semble se faire suivant un plan oblique, de manière que les globules forment à la surface de l'œuf une sorte de court chapelet dont l'axe est oblique par rapport au diamètre de ce dernier. On peut consulter sous ce rapport les *fig.* 6, 7, 17, 18, 19, 21, 23, 50, 51, 57, 60, 66, de Mark[4]; les *fig.* 17, 19, 20, 22, 23 (Pl. I), les *fig.* 17, 18, 19 (Pl. II), les *fig.* 3, 12, 13, 16 (Pl. VIII), de Fol : les *fig.* 6, (Pl. I), *fig.* 1, 2, 3, 4, 5 (Pl. III), de Hertwig[5], et les *fig.* 2, 4, (Pl.VII), 10, 11, 12 (Pl. VIII), *fig.* 4, 5, 7, 9, 12, 13, 15, 16, (Pl.XI), du même auteur[6]; les *fig.*62, 63 (Pl.XIII), de Withman[7]; et les *fig.* 11, 18, 19, 26, 33, 34, 37, 38 (Pl. III), *fig.* 2, 3, 4, 5, 6, 9, 11, 13, 14, 16, 21, 24 (Pl. IV), de Robin[8].

Il n'échappera à personne que ce sont là des dispositions extrêmement étonnantes et qui diffèrent considérablement des phénomènes *très généraux* de la segmentation cellulaire, et de la segmentation régulière de l'œuf en particulier.

---

1 H. Fol.; Recherches sur la Fécondation, etc., 1879.
2 O. Hertwig; Beiträge, etc. (*Morph. Jahrb.*, 1878.)
3 Withman; Embryol. of Clepsine. (*Quart. Journ. of micr. Scienc.* 1878.)
4 Mark : Maturation, etc., 1881.
5 O. Hertwig; Beiträge, etc. (*Morph. Jahrb.*, 1877.)
6 O. Hertwig; Beiträge, etc. (*Morph. Jahrb.*, 1878.)
7 Withman; *loc. cit.*
8 Ch.Robin; Mémoire sur les globules polaires de l'ovule. (*Journ. de la Physiol. de l'homme et des animaux*, de Brown-Sequard, V, 1862.)

Dans ces derniers cas, en effet, l'axe du fuseau est *constamment*, d'une manière régulière et *dès le début*, perpendiculaire au plan du clivage, et l'on n'observe pas cette révolution dans la direction de cet axe, qui peut atteindre un angle de 90 degrés. Ce sont là des phénomènes qui établissent entre le processus de formation des globules polaires et le processus régulier et *simple* de la division cellulaire une différence qui ne permet pas d'assimiler entièrement ces deux processus.

En outre, il faut remarquer ce que présente de particulier le parallélisme des deux plans de clivage qui donnent naissance successivement aux deux globules polaires, comme dans *Asterias*, *Limax*, etc. Un tel parallélisme, qui se retrouve dans *tous les cas*, contraste singulièrement avec la direction généralement perpendiculaire des clivages du vitellus et, dans tous les cas, des *premiers* clivages qui se produisent après la fécondation. Il est en effet à remarquer que si parfois dans le cours de la segmentation, et notamment dans la gastrulation épibolique et centrolécithale, des plans de clivages successifs peuvent être parallèles, ce n'est *jamais* au début de la segmentation que cette disposition se remarque ; les premiers plans de segmentation, et par conséquent les axes des premiers fuseaux, sont toujours réciproquement perpendiculaires. Pourquoi ce processus si général est-il toujours précédé par un processus si exceptionnel, et pourquoi les segmentations réciproquement perpendiculaires du vitellus sont-elles précédées de deux clivages parallèles ? C'est là, on ne peut le nier, un phénomène digne de remarque et qui établit une différence de plus entre le processus qui préside à la formation des globules polaires et celui de la segmentation du vitellus qui suit immédiatement cette formation.

Après de pareilles remarques, on ne peut plus considérer les globules polaires comme résultant d'une *simple* segmentation inégale de l'œuf s'opérant dans les *conditions ordinaires*, et d'une simple division cellulaire. On comprend que du même coup toutes les interprétations de la signification des globules

polaires qui s'appuient sur l'opinion que je viens de combattre, doivent, par cela même, être considérées comme insuffisantes ou inexactes. Or nous avons vu que Fol et Mark, tout en considérant les globules polaires comme résultant d'une véritable division cellulaire, ont reconnu qu'il y avait dans le processus quelque chose d'inexplicable et qui laissait régner une notable obscurité sur la nature de ces globules. Il n'en est pas de même de Giard, qui a cru pouvoir préciser son opinion sur leur signification. Ses observations l'ont conduit en effet à considérer ces petits corps comme des *cellules rudimentaires* n'ayant plus qu'une signification atavique [1]. Giard explique comme il suit la manière dont ces cellules polaires sont devenues rudimentaires : «Lorsque deux ou plusieurs cellules libres se trouvent enfermées dans une enveloppe commune, la concurrence vitale s'exerce entre ces êtres cellulaires comme entre des organismes plus élevés. Les cellules polaires représentent donc une des premières sphères de segmentation de l'œuf, qui est devenue libre et est restée rudimentaire sous l'influence de la concurrence vitale. »

Je n'insiste pas sur ce que cette conception a de purement spéculatif, et sur le peu de lumière qu'elle peut jeter sur l'explication du processus de production de ces globules. Aussi bien Giard l'a-t-il senti lui-même, car à cette vue théorique il ajoute une courte appréciation des causes qui produisent ce phénomène.

« Mécaniquement et actuellement, dit le Compte rendu du Congrès, la formation de ces cellules rudimentaires, ou, si l'on veut, la division de la cellule ovulaire en cellules très inégales, s'explique par la position excentrique du noyau de l'œuf au moment où la division s'accomplit. Cette position excentrique tient elle-même à l'hétérogénéité des substances formant le vitellus formateur et le vitellus nutritif, et à leur différence de densité.»

Il convient de reconnaître que la première de ces deux pro-

---

[1] A. Giard ; Sur la signification morphologique des globules polaires. (*Association française pour l'avancement des sciences. Compte rendu de la 6e session.* Le Hâvre, 1877, pag. 624.)

positions est juste ; mais, quant à la seconde, elle est insuffisante, car elle ne saurait expliquer d'une manière satisfaisante la *saillie parfois considérable* que forme le cône du globule avant son étranglement. D'ailleurs l'interprétation phylogénétique de l'inégalité de volume et de destinée des deux premières sphères de segmentation (œuf, cellule polaire) ne fait que reculer la difficulté, car on peut se demander pourquoi la concurrence vitale, qui s'est *si violemment* exercée entre ces deux premiers sphères, a été si *inoffensive* et si *bénigne* dans les relations des sphères du clivage suivant. Nous verrons ultérieurement qu'une interprétation entièrement satisfaisante peut être donnée des diverses particularités du processus de formation des globules polaires.

Les réflexions qui précèdent, et qui résultent d'une analyse attentive des conditions de formation des globules polaires, m'avaient déjà conduit à penser que ce processus n'était pas un simple phénomène de division cellulaire, mais se compliquait d'un autre phénomène spécial et indépendant, la contraction du protoplasme de l'œuf pour l'expulsion d'une portion de ce protoplasme située au voisinage de la vésicule germinative. Mais j'ai été heureux de trouver cette opinion mise en avant par O. Hertwig [1] et appuyée sur d'autres considérations. Il signale trois causes qui ont jeté de l'obscurité dans l'interprétation des corpuscules directeurs : 1° Beaucoup d'observateurs qui se sont livrés à leur étude ont exagéré leur fréquence; 2° On les a, déjà depuis Loven, identifiés avec des formations très différentes, puisque toute partie protoplasmique formée entre le vitellus et la membrane de l'œuf a été considérée comme corpuscule directeur ; 3° Enfin on s'est laissé entraîner à établir une connexion génétique directe entre la disparition de la vésicule germinative dans l'œuf mûr et la sortie de corpuscules hors du vitellus.

Quant à la preuve que cette relation génétique directe n'existe pas, Hertwig la rencontre aussi bien pour les globules directeurs proprement dits que pour les corps excrétés des Amphibiens et

---

[1] O. Hertwig ; Beiträge Z. K. (*Morph. Jahrb.*, III, 1877, pag. 68, 70, 71.)

autres. Quant aux premiers, il a apporté pour les Hirudinées la preuve que la disparition de la vésicule germinative et la transformation de la tache germinative en noyau fusiforme differencié de l'œuf se produisent déjà dans l'ovaire bien longtemps avant la ponte. Par suite, les corpuscules directeurs, qui ne se séparent du vitellus qu'après la ponte, ne peuvent avoir aucune relation avec les transformations de la vésicule germinative. Ce sont *deux processus* qui doivent être considérés comme *indépendants* l'un de l'autre.

« Tandis, ajoute Hertwig, que la transformation du noyau de l'œuf est un processus à formes variées répandu dans tout le règne animal, nous devons reconnaître que la formation des globules directeurs est limitée à quelques groupes... Il est vrai que la disparition de la vésicule germinative et la sortie des corpuscules excrétés manifestent des relations assez étroites ; mais cette relation n'est ni directe, ni surtout morphologique, puisque les corpuscules excrétés, tels qu'on les observe chez les Amphibiens, ne se forment que quelque temps après la dissolution de la vésicule germinative, aux dépens des substances, devenues inutiles, de cette dernière. »

Il me semble ressortir de toutes ces considérations que dans la formation des globules directeurs il y a deux processus distincts, associés par suite de conditions spéciales, mais qui n'ont pas l'un avec l'autre des relations nécessaires. L'un est la formation du fuseau de segmentation et la segmentation elle-même; l'autre est l'expulsion d'une masse plus ou moins considérable de substance protoplasmique. Voici comment je comprends la signification de ces deux phénomènes superposés.

Je compare la substance protoplasmique éliminée, soit qu'elle appartienne à un globule directeur, soit qu'elle forme un corpuscule de rebut ou masse de rebut, je la compare, dis-je, aux globules dits *tardifs* qui constituent l'élimination terminale de certains œufs, celui de la plupart des Ascidiens [1] par exemple,

[1] Le lecteur trouvera dans la suite de ce travail quelques renseignements sur l'existence possible, chez les Ascidiens, de vraies cellules polaires ou de direction.

celui des Méduses phanérocarpes, celui de l'œuf d'hiver des Daphnoïdes ; c'est l'issue d'une masse de protoplasme plus ou moins différenciée, placée au voisinage et même au pourtour du noyau, et dont l'œuf tend à se débarrasser comme d'un reste d'élément de polarité mâle.

Quant à la transformation de la vésicule germinative ou d'une partie de celle-ci en un fuseau directeur, il est permis, je crois, de la considérer comme le résultat de l'influence de la portion d'élément mâle que possède encore l'œuf, et qui sera expulsée ultérieurement d'une manière plus ou moins complète.

C'est là un *phénomène de parthénogénèse* qui ne se distinguera de la segmentation normale que parce que le fuseau et l'amphiaster seront déplacés et poussés vers la périphérie de l'œuf par suite des contractions qui tendent à expulser la masse protoplasmique centrale, ou élément fécondateur.

Ces deux phénomènes coïncident assez souvent, mais peuvent se produire séparément. Ils correspondent à l'époque de la maturation de l'œuf. Cette dernière, en effet, dépend de deux conditions : 1° Acquisition d'une somme suffisante de substance, et peut-être aussi acquisition d'un état moléculaire et chimique particulier de cette substance ; 2° Expulsion définitive ou suffisante de l'élément mâle, afin que l'œuf, suffisamment différencié, puisse exercer sur le spermatozoïde une attraction assez grande et se trouver dans un état d'affinité convenable pour lui. On peut concevoir que ces deux conditions aient de la tendance à coïncider, et que l'œuf, arrivé à posséder la constitution moléculaire et la quantité de substance nécessaire, puisse manifester sa tendance à la division sous l'influence de l'élément mâle qu'il renferme. Si cet élément mâle était alors suffisamment représenté et s'il avait toute l'activité nécessaire, la segmentation de l'œuf pourrait être continuée et la parthénogénèse complète aurait lieu. Mais l'élément mâle, déjà amoindri par des éliminations antérieures, et d'ailleurs appelé à être éliminé et détruit par suite des phénomènes héréditaires qui ont établi la différenciation sexuelle, l'élément mâle, dis-je, devient probablement le point de départ

d'un stimulus d'excitation et de contraction du sarcode de l'œuf et est expulsé de celui-ci. Cette expulsion peut se faire suivant une direction unique, mais elle peut aussi tendre à s'effectuer suivant des directions variées. Ainsi s'expliquent les globules hyalins qui apparaissent sur des points différents de l'œuf en même temps que se produit le corpuscule de rebut. J'ai dessiné des œufs de *Lymnæus* qui en présentaient un ou plusieurs. Mais, même dans bien des cas où les globules ne sortent pas, il n'y en a pas moins des traces de cet effort d'expulsion qui tend à provoquer ainsi des saillies sur divers points de l'œuf, et plus particulièrement sur le pôle opposé à celui de la sortie du globule directeur. On dirait que la matière protoplasmique tend à sortir par les deux pôles opposés et que l'effort, aboutissant d'un côté se borne à produire sur le pôle opposé de l'œuf une accumulation protoplasmique. Peut-être faut-il ranger parmi ces cas le fait observé par Giard [1] sur l'*Echinus miliaris*, « en examinant sans réactifs un grand nombre d'œufs récemment pondus et non encore fécondés. L'œuf présente, dit l'auteur, deux petits cumulus d'un protoplasme plus clair que le reste de la masse vitelline. Ces deux cumulus peuvent être placés d'une façon variable l'un par rapport à l'autre, mais *très généralement* ils sont situés aux extrémités d'un même diamètre. L'un d'eux prend naissance aux dépens de l'aster frère du pronucléus femelle; cet aster devient le cumulus en question; ce cumulus produit enfin le premier globule polaire; le second naît ensuite du premier. »

On peut rapprocher de ce fait le cas dessiné par Mark dans la *fig.* 39 de son beau travail déjà cité, et dans lequel un œuf de *Limax* possédant un premier archiamphiaster encore *central*, présente sur divers points de la surface des saillies lenticulaires de substance claire que Mark désigne sous le nom de *peripheral clear areal in the yolk*. C'est une explicatien semblable qu'il faut donner, je crois, aux cas observés par Weissmann sur *Chirono-*

---

[1] Giard : *Comptes rendus de l'Institut*, 9 avril 1877.

mus, où des globules de protoplasme clair s'observaient aux deux pôles de l'œuf.

On peut en outre trouver dans les figures puisées dans les travaux des Naturalistes qui se sont occupés de la formation des globules polaires, on peut, dis-je, trouver un très grand nombre de cas où l'expulsion des globules polaires proprement dits est accompagnée des traces manifestes d'une tendance à l'expulsion d'une masse protoplasmique, le plus souvent par le pôle opposé de l'œuf.

Je signale au lecteur les figures suivantes :

H. Fol[1]. Pl. VIII sur l'œuf de *Pterotrachæa*, *fig.* 3, 12, 14, 15, et particulièrement la *fig.* 9, où ce que l'auteur désigne sous le nom de *protubérance vitelline*, située *au pôle opposé* à celui par où sort le globule, a atteint un degré remarquable de saillie.

Mark[2]. Pl. I, *fig.* 1, 2, 3, 4, 13, 17, 18, 19 et 27 ; Pl. II, *fig.* 50 ; Pl. III, *fig.* 53, 59, 63, 66.

Hertwig[3]. Pl. IX, *fig.* 4, très remarquable à cet égard, et où l'on observe sur un œuf de *Pterotrachæa* la conjugaison du pronucleus mâle et du pronucleus femelle, sur le pôle animal les deux globules polaires qui viennent de sortir, et sur le pôle végétatif une grosse saillie protoplasmatique, comparable à celle qu'a figurée H. Fol sur un œuf de la même espèce.

Sans multiplier outre mesure les exemples, je tiens à appeler l'attention du lecteur sur les figures que Withman[4] a données de l'œuf de *Clepsine marginata* dans son important Mémoire sur l'Embryologie de cet animal. Je signale dans la Pl. XII du journal anglais les *fig.* 2, 3, 4, 5, 6, qui démontrent à la surface de l'œuf une constriction péristaltique cheminant depuis l'équateur de l'œuf jusqu'au champ polaire, et qui aboutit à l'expulsion du premier globule polaire. Je signale en outre les *fig.* 10, 11, 12 de la

---

[1] Fol ; Recherches sur la fécondation, 1879.

[2] Mark ; *loc. cit.*

[3] Hertwig ; Beiträge... (*Morph. Jahrb.*, 1878.)

[4] C.-O. Withman ; The embrology of Clepsine. (*Quarterly Journal of microsc. Scienc.*, 1878.)

même Planche, et les *fig.* 68, 69, 70, 71, qui présentent aux deux pôles opposés oral et aboral de l'œuf, des anneaux polaires ou zones de protoplasme épaissies sur leur circonférence et pouvant logiquement être considérées comme des portions que l'œuf cherche à éliminer suivant les deux extrémités de l'axe polaire. La zone orale reste à l'état d'anneau dont le rayon se réduit de plus en plus, tandis que l'anneau de la zone aborale finit par se concentrer à l'état de disque épais, la lumière centrale de l'anneau ayant disparu. A cet état, les deux masses claires forment pour ainsi dire deux globules aplatis repoussés vers la surface de l'œuf, et qui seraient sur le point d'être expulsés et éliminés. Il faut remarquer à ce sujet que les globules polaires de *Clepsine marginata* sont *extrêmement petits* et semblent ne correspondre qu'à l'*aire polaire* de l'amphiaster. La saillie protoplasmique ou cumulus qui accompagne la sortie du globule ne prend qu'une part insignifiante à la formation de ce dernier et rentre dans le sein du vitellus. Ce n'est qu'après la sortie des globules polaires que commencent à apparaître les *anneaux polaires* : l'anneau oral d'abord, l'anneau aboral ensuite. Des lignes disposées suivant les méridiens de l'œuf viennent sur chaque hémisphère converger sur l'anneau correspondant et révèlent le mouvement de concentration qui se fait vers chacun des pôles. Ces rayons, d'abord assez longs, se raccourcissent progressivement et viennent se noyer dans l'anneau correspondant. Enfin ces masses, d'abord très nettement circonscrites, acquièrent des limites diffuses quand va se former l'amphiaster du premier clivage, et se répandent vers les parties centrales de l'œuf ; quand le premier clivage est terminé, les restes des deux disques se trouvent dans la *plus grande* des deux sphères de segmentation, où ils finissent par se perdre et cessent d'être distincts. Ce sont là des phénomènes très remarquables qui avaient été déjà vus et décrits par Robin dans son Mémoire sur l'Œuf et le développement des Hirudinées, mais que Withman a mieux analysés par la méthode des coupes.

Je me borne à ajouter que sur l'œuf d'*Euaxes* fraîchement

pondu, Kowalewsky a trouvé à l'un des pôles, celui sur lequel commence le sillon de clivage, une tache elliptique claire que Withman tend à considérer comme un reste d'un anneau semblable à ceux de *Clepsine* (Withman, pag. 253), et qui, comme en *Clepsine*, passe dans la plus grosse des deux sphères de la première segmentation.

Ces faits de *Clepsine* et d'*Euaxes* peuvent, à mon avis, être invoqués comme exemples de la distinction à établir entre : 1° le clivage parthénogénétique produisant les globules polaires, et 2° l'élimination ou la *tendance* à l'élimination de cette portion différenciée du protoplasme qui représente l'élément mâle[1]. Ici les efforts d'expulsion sont suffisants pour donner à la segmentation parthénogénétique le caractère d'inégalité qui la caractérise, car l'aire polaire de l'amphiaster est très petite et d'une expulsion facile ; mais la force expultrice est incapable de rejeter le protoplasme hyalin de sexualité mâle et se borne à le repousser vers les deux pôles de l'œuf, où il forme les anneaux polaires. Cette faiblesse du pouvoir d'élimination est peut-être en relation avec l'état hermaphrodite de Clepsine, état qui est l'indice naturel d'une différenciation sexuelle plus ou moins incomplète.

J'ai fait remarquer, en soulignant les mots, qu'après le premier clivage les restes des deux disques se trouvent dans la *plus grande* des deux sphères. C'est là un fait qui mérite quelque

---

[1] Un fait malheureusement trop brièvement rapporté pour être clair et précis, établirait encore mieux la différence qu'il y a lieu d'admettre entre la formation des globules polaires par voie de segmentation nucléaire et l'émission simple d'une portion du vitellus à l'état de globule. Hoffmann (*Zoolog. Anzeiger*, 13 et 22, 1880), s'occupant des premiers stades du développement de quelques Poissons osseux, dit qu'*un seul* globule polaire est produit par le processus normal d'une moitié externe d'un fuseau de maturation. Il affirme d'ailleurs que, de même que la moitié interne de ce fuseau est le *noyau de l'œuf* proprement dit, de même le noyau qui est constitué par la moitié externe est le *corpuscule directeur*. Mark, en rapportant le fait (*loc. cit.*, pag. 548), se demande s'il s'agit là d'un fait de transition entre le processus où la production du globule polaire n'entraîne que la séparation d'une certaine partie du vitellus et le processus qui consiste dans l'élimination *uniquement* de matériaux nucléaires (*only nuclear material*).

attention, car il se lie probablement à ce fait très remarquable que la plus grande des deux sphères se subdivise elle-même avant la plus petite; que, de ses deux filles, l'une plus grande renfermera les restes apparents des disques, et que cette dernière ou petite fille de l'œuf présentera dans toute la suite du développement une tendance à se segmenter *bien supérieure* à celles des autres sphères et produira une très grande partie de l'ectoderme, et en particulier tous les neuroblastes et tout le mésoderme. J'aurai d'ailleurs à revenir, à propos de la *segmentation inégale*, sur ce fait très remarquable, qui me semble un argument sérieux en faveur de cette idée, que les disques polaires accusent la tendance à l'élimination d'un élément désintégrant ou mâle.

Je pourrais encore accumuler les faits démontrant cette tendance de l'œuf à expulser non seulement les globules directeurs, mais encore des portions de protoplasme par différents points de la surface du vitellus et plus particulièrement par le pôle opposé à celui par où s'effectue la sortie des globules directeurs.

Je me borne encore à rappeler combien les faits décrits par moi chez *Buccinum undatum*, dans la première partie de ce Mémoire, sont de nature à démontrer l'existence de ce mouvement d'expulsion. Les dessins que j'ai donnés, et notamment les *fig.* 3, 4, 5, 7, 8, 9, 9 bis, 11, 12, 13, 14, 15, 16, démontrent suffisamment, à mon avis, que, même en admettant dans ces œufs la formation d'ailleurs probable de globules directeurs avec phénomènes kinétiques, on ne saurait méconnaître l'existence d'un effort d'expulsion qui est *hors de proportion* avec les phénomènes ordinaires de la simple formation de globules de direction, et qui s'adresse à bien d'autres parties qu'à un petit amas nucléaire entouré d'une mince couche de protoplasme.

Je considère donc comme suffisamment établi le fait de l'existence d'un effort d'expulsion indépendant de la formation de l'archiamphiaster, et je désire montrer maintenant combien la notion d'une superposition ou d'une coïncidence des deux processus : 1° élimination d'une portion du vitellus; 2° segmentation parthénogénétique de la cellule ovulaire, combien, dis-je, cette

notion jette de clarté dans l'explication des phénomènes observés et répond aux difficultés que j'ai signalées plus haut, et dont quelques-unes ont frappé les naturalistes qui, comme Fol et Mark, sont disposés à ne voir dans le globule polaire qu'une simple formation cellulaire. J'espère répondre ainsi d'une manière satisfaisante au desideratum nettement formulé par Mark (*loc. cit.*, 1881, pag. 555) en ces termes : « Aucune interprétation physiologique ne donne quelque explication du *trait* le plus caractéristique du globule polaire, à savoir : sa nature cellulaire. Évidemment *aucune théorie entièrement satisfaisante* ne peut éclairer la signification de ce fait. Même dans le cas où l'on viendrait à établir que la fonction actuelle du globule est de nature à pouvoir être remplie sans qu'il acquière la condition d'une cellule, il n'en serait pas moins inutile de tenter d'élucider sa complète signification sans reconnaître l'importance de ce *trait* particulier. La *constance* de ce caractère morphologique conduit à l'une des deux conclusions suivantes : Ou bien il y a dans la fonction actuelle du globule telle particularité à laquelle satisfait le mieux une structure cellulaire ; ou bien c'est simplement l'héritage d'un premier état dans lequel la cellule polaire avait pu avoir une signification fonctionnelle différente de celle à laquelle elle répond actuellement. »

Avec les données qui sont actuellement entre les mains du lecteur, une explication physiologique suffisante peut être donnée de la signification du globule polaire. Sous l'influence de l'élément mâle représenté par une portion du vitellus qui est en contact avec la vésicule germinative, celle-ci subit une première segmentation. Un fuseau et des asters se produisent. Mais en même temps le sarcode de l'œuf, stimulé par la présence de l'élément mâle, se contracte fortement pour éliminer ce dernier. Les parties centrales de l'œuf, comprimées, tendent à s'échapper, soit suivant une direction unique, soit suivant deux directions opposées correspondant au même diamètre, soit encore suivant plusieurs directions variées. Dans tous les cas, l'archiamphiaster,

entraîné comme portion centrale, est forcé de s'engager dans la direction où se trouve la moindre résistance ou qui est la plus conforme à la résultante générale des contractions du vitellus. L'amphiaster est ainsi vivement poussé vers la périphérie en même temps que la substance vitelline mâle, et vient produire avec elle ce cumulus parfois si accentué dont j'ai cité tant d'exemples. L'amphiaster, entraîné par cette force vive d'expulsion, s'enfonce même dans le cumulus, et c'est ainsi que le centre ou aire polaire de l'aster interne vient butter contre la surface du vitellus et occuper la partie la plus externe du globule polaire jusqu'à ce que ce dernier soit détaché. « Il semble, dit avec juste raison H. Fol, que l'amphiaster soit en quelque sorte expulsé, poussé par une *vis à tergo*, au lieu d'agir comme deux centres d'appel. »

Ainsi s'explique naturellement cette condition anormale de la division cellulaire, qui n'a pas peu embarrassé les embryologistes.

Mais, tandis que l'amphiaster est ainsi maintenu dans cette situation excentrique, le travail de division cellulaire se poursuit, et le plan de clivage s'établit naturellement et forcément sur l'équateur du fuseau de direction. De là, la division de l'œuf en deux sphères, dont l'une, très petite par rapport à l'autre, renferme à la fois l'aster externe et une portion de l'élément mâle ainsi éliminé. Telle est la première segmentation parthénogénétique. Dès que les deux sphères sont séparées, l'élément nucléaire, soustrait à cette expulsion, reprend la position centrale dans le globule polaire. Mais une quantité suffisante de l'élément mâle adhérente à l'archiamphiaster n'étant pas éliminée par cette première expulsion, une seconde se produit dans les mêmes conditions ; et ainsi se trouve formé le second globule polaire. L'élimination de l'élément mâle étant suffisante, l'œuf reprend son état statique normal, l'aster interne rentre dans le sein de l'œuf et gagne les régions centrales du vitellus.

Cet enchaînement de phénomènes et de causes tel que je le présente, répond, me semble-t-il, aux difficultés signalées plus haut. Elle permet de comprendre en effet comment l'archiamphiaster, formé normalement au centre de l'œuf et destiné à être suivi

d'une segmentation égale ou à peu près égale du vitellus, est brusquement déplacé vers les parties périphériques pour donner naissance à une segmentation extrêmement inégale. Cet enchaînement explique également comment l'archiamphiaster, poussé parfois par une force perpendiculaire à son axe longitudinal, peut être porté jusqu'au voisinage de la surface du vitellus dans une direction parallèle à cette surface. Saisi d'abord dans ce mouvement général qui tend à produire ce que j'ai appelé le *cône de soulèvement*, il peut conserver une direction perpendiculaire à celle qu'exige l'expulsion du globule. Mais arrivé près de la surface, dans ce point où la cheminée et le courant se rétrécissent pour former le *cône d'expulsion*, l'archiamphiaster, saisi par les contractions plus prochaines du sarcode, est forcé de *basculer* et de présenter un de ces asters à la surface, tandis que l'autre reste tourné vers le centre. La direction définitive devient ainsi perpendiculaire à sa direction primitive.

L'ensemble de ces faits permet également d'expliquer cette succession de deux premières segmentations faites suivant des plans parallèles, car la direction de l'axe des deux premiers amphiasters est forcément déterminée par les contractions expultrices du sarcode.

Le globule polaire, une fois expulsé, deviendra une cellule ovulaire dans laquelle les deux polarités sexuelles seront représentées et où même l'élément mâle ou diviseur pourra, dans bien des cas, être dans des proportions relativement grandes. Il devrait donc y avoir en lui tendance à la division, et c'est en effet ce qui a lieu. Dans bien des cas, le globule polaire expulsé perd rapidement sa signification, sa vitalité ; sa substance nucléaire reste diffuse, et il tend rapidement à se désagréger ou à se dissoudre. Mais dans d'autres cas où il sort plus volumineux, où il a peut-être entraîné une certaine dose de lécithe suffisante pour entretenir sa vie pendant quelque temps, il se produit des phénomènes remarquables de segmentation et le nombre des globules se multiplie. C'est en effet le cas des gros globules de certaines Hiru-

dinées (*Nephelis*[1]) et de certains Mollusques gastéropodes (*Buccinum*, *Lymnæus*), ainsi que j'en ai dessiné des exemples. Et ce qu'il y a de remarquable, c'est que cette segmentation, produite sous l'influence d'un élément diviseur en excès, donne lieu à des globules *entièrement isolés* les uns des autres, et incapables de constituer une vraie morula, un vrai blastoderme.

Mais, d'autre part, que se passe-t-il au contraire dans la grosse sphère de segmentation à laquelle est réservé le nom d'œuf? Privée d'une quantité suffisante de son élément diviseur, et malgré qu'elle ait en sa possession une masse considérable de protoplasme et de lécithe, elle reste une et indivise jusqu'à ce qu'une dose suffisante d'élément diviseur lui ait été fournie par un autre organisme.

Bien plus, si l'élément diviseur ne lui est pas apporté dans un délai assez court, cette masse, relativement si bien pourvue, va perdre son activité vitale spéciale, sa signification de cellule reproductrice, et va disparaître, soit par désagrégation et décomposition simple, soit en acquérant la signification inférieure d'élément de nutrition.

Il y a là un contraste vraiment remarquable, qui ne me paraît pas avoir attiré l'attention des observateurs, et qui mérite bien qu'on en cherche la signification et la portée. D'une part un petit globule appelé à être un organe inutile et à disparaître, mais qui malgré sa pauvreté en éléments nutritifs manifeste encore pendant quelque temps une vie active par l'acte le plus caractéristique et le plus puissant de la vie cellulaire, c'est-à-dire la segmentation; et d'autre part une sphère volumineuse appelée à un développement considérable, riche en substance nutritive, qui reste stationnaire, et ne manifeste qu'un état d'inactivité et de sommeil vital finissant par aboutir *à bref délai* à la désagrégation et à la mort.

Tel est le contraste, et nous devons en tirer quelques déductions.

1° Il y a, dans le globule polaire, présence et même souvent

---

[1] Robin; Mémoire sur les globules polaires de l'ovule. (*Journal de la Physiologie* de Brown-Sequard, tom. V, 1862.)

excès de l'élément mâle ou diviseur à côté de l'élément femelle ou unissant; 2° L'œuf, après l'expulsion des globules polaires, n'est pas une cellule complète, puisqu'elle n'est pas susceptible, comme *toutes* les cellules vraiment vivantes, de se multiplier par division; ce qui lui fait défaut, c'est une proportion suffisante d'élément diviseur; 3° Toute cellule capable de se diviser, c'est-à-dire toute cellule complète, renferme à la fois l'élément diviseur et l'élément unissant, dans des proportions convenables.

Avant de mettre fin à ces considérations sur le globule polaire, je tiens à énoncer ici un rapprochement qui s'est présenté naturellement à mon esprit et qui pourrait bien jeter quelque lumière sur les causes qui déterminent le type de la segmentation. Nous avons vu que les embryologistes qui se sont occupés du processus de formation du globule polaire n'ont pu s'empêcher d'y voir une segmentation inégale. Tout en insistant sur les différences qui séparent dans une certaine limite ces deux ordres de processus, je suis loin de me refuser à ce rapprochement, et je me trouve conduit par là même à me demander si les mêmes causes, ou du moins des causes analogues dans les deux cas, ne président pas à l'inégalité de volume et de composition des sphères.

Ne suffirait-il pas, pour expliquer cette singulière disposition dans les segmentations inégales, de supposer qu'elle est due à des degrés moins avancés de la sexuation de l'œuf, et qu'elle s'est d'abord produite dans des œufs chez lesquels l'élimination de l'élément mâle était encore incomplète, quoique suffisante pour déterminer un certain degré de polarité sexuelle et une affinité relative vis-à-vis de l'élément de polarité contraire, c'est-à-dire pour une fécondation ? Ce dernier phénomène apportant à l'œuf une dose d'élément mâle qui peut dépasser d'une quantité très faible la proportion voulue pour la constitution normale et bien équilibrée de l'œuf fécondé, il peut en résulter des efforts d'expulsion de même nature que ceux qui provoquent la séparation des globules polaires, mais de moindre intensité. Par là serait produite l'inégalité des sphères des premiers stades. Cette inéga-

lité offre d'ailleurs des degrés très différents, que pourraient expliquer aussi les degrés variés de sexualisation de l'œuf résultant des différences dans la valeur des éliminations préalables.

Il est encore clair que la quantité relative d'élément mâle apportée à l'œuf par le spermatozoïde peut, de son côté, avoir une influence notable dans le phénomène, et qu'un spermatozoïde relativement gros et riche en substance active de polarité mâle peut placer l'œuf fécondé dans des conditions telles, qu'après la conjugaison des deux éléments un léger excès de l'élément mâle provoque des efforts d'élimination capables de causer une certain inégalité dans la segmentation.

Cette dernière cause peut avoir son influence ; mais les phénomènes si généraux de segmentation inégale qui président à la formation des globules polaires sont de nature à faire penser que c'est *surtout* dans l'œuf lui-même qu'il faut rechercher la cause de la segmentation inégale. Si l'explication que j'essaie d'en donner ici avait quelque fondement, il en résulterait que les œufs chez lesquels on l'observe seraient dus à une élimination plus ou moins restreinte de l'élément mâle ou désintégrateur dans le processus de sexualisation. Ces œufs occuperaient donc des situations intermédiaires diverses entre les œufs à polarité sexuelle complète et les œufs encore neutres ou parthénogénétiques ; conséquemment, on pourrait trouver peut-être quelque appui pour la théorie dans l'examen des groupes à segmentation inégale ; car si ces groupes présentaient des tendances marquées à la parthénogenèse et à l'hermaphroditisme, nous serions bien obligés de reconnaître que chez eux le processus sexualisateur est loin d'avoir atteint toute son activité et tout son perfectionnement. Je ne puis me livrer ici à cet examen complet, mais il m'est possible de donner quelques indications propres à faire naître dans l'esprit des impressions assez favorables à la thèse ci-dessus.

Il y a peut-être lieu d'être frappé de ce que, pour ne parler que des segmentations totales, les Nématodes, les Némertiens, les Échinodermes, chez lesquels la différenciation sexuelle est si générale, offrent généralement aussi une segmentation presque

toujours égale ; tandis que les Cténophores, les Mollusques, les groupes de Vers, chez lesquels l'hermaphroditisme est la règle (Oligochètes, Hirudinées, Turbellariés) ou le cas très fréquent, sont remarquables aussi comme types de segmentation inégale. On peut y ajouter encore les Amphibiens, chez lesquels les traces d'hermaphroditisme sont loin d'être rares.

Il est remarquable aussi que les Arthropodes et les Rotifères, chez lesquels la parthénogénèse est si fréquente, possèdent des types de segmentations très inégales, car, tandis que chez les Rotifères la gastrulation se fait par le mode épibolique ordinaire, la segmentation centralécithale des Arthropodes me semble devoir être justement considérée comme une épibolie indirecte dans laquelle la segmentation de la petite sphère claire, rendue très précoce par l'*importance* relative de l'élément désintégrateur, a précédé même l'expulsion centrifuge de cette petite sphère.

Il est vrai que, si nous voulions entrer dans le détail des groupes, nous nous trouverions en présence de difficultés pour le moment insolubles. Les causes qui influent sur la régularité ou l'irrégularité de la segmentation sont peut-être multiples, et il est difficile dans ce cas de discerner dans l'ensemble l'influence de chacune d'entre elles. D'ailleurs l'étude de tous les œufs est loin d'être faite au point de vue auquel je me place ici. Il convient de se rendre compte d'une manière exacte des conditions dans lesquelles se trouvent les œufs de chaque groupe et même de chaque espèce au point de vue des éliminations qui précèdent ou accompagnent la maturation et la fécondation. Ce n'est que quand cette étude aura été bien faite que l'on pourra sérieusement juger de la justesse des vues que je mets en avant. Ces données, une fois acquises, permettront, sans aucun doute, d'expliquer bien des exceptions et d'apprécier la cause des faits anormaux. C'est ainsi, par exemple, que la segmentation égale de la plupart des Tuniciers, qui sont cependant hermaphrodites, et celle du Chiton, qui appartient au groupe des Mollusques, constituent des exceptions qu'il est possible d'expliquer par la richesse des éliminations dans les deux cas. On connaît en effet la double et

peut-être la triple élimination de l'œuf des Tuniciers ; et quant au Chiton, je viens de m'assurer, par des observations faites à la Station zoologique de Cette, que les singulières pointes qui recouvrent l'œuf, et décrites par Ihering, sont bien réellement des éléments éliminés du sein du vitellus. Je ne crois donc point téméraire d'avancer que la proportion d'élément désintégrant qui se trouve dans l'œuf, et dont celui-ci *aurait de la tendance* à se débarrasser par expulsion, peut avoir une influence réelle sur le caractère plus ou moins irrégulier de la segmentation.

Cette conception peut encore nous donner l'explication de certains faits, et de la gastrulation par épibolie par exemple. Elle permet de se rendre compte en effet de la segmentation plus rapide de la sphère claire qui sera appelée à fournir l'épiblaste ; cette sphère, comprenant la plus grande portion de l'élément désintégrateur, sera naturellement le siège d'une segmentation plus rapide et d'une multiplication plus active.

On pourrait y trouver également une conception de l'œuf méroblastique, chez lequel la situation excentrique de l'élément désintégrateur uni à l'élément intégrant, comme dans le cumulus du globule polaire, sera devenue l'état statique par suite d'une longue hérédité.

Enfin, quant aux variétés que l'on observe dans les types de la segmentation inégale, elles ne sont point en réalité la source de difficultés pour la théorie que j'expose, ainsi qu'il pourrait le paraître au premier abord. A cet égard, on peut dire qu'il y a deux types bien distincts : l'un qui s'observe chez le Lapin, chez les Mollusques gastéropodes et acéphales, etc., et dans lequel l'inégalité se manifeste dès le premier stade, l'une des sphères étant grosse et granuleuse et l'autre petite et claire ; l'autre type, qui se trouve chez *Rana*, chez les Cténophores, chez les Ptéropodes, etc., et dans lequel les sphères des premiers stades sont égales, l'inégalité ne survenant que dans la division de ces premières sphères c'est-à-dire au deuxième ou troisième stade.

Cette différence peut tenir simplement à ce que, dans le premier type, l'axe du premier fuseau de segmentation se confond avec

l'axe de direction des contractions destinées à repousser du centre l'élément désintégrant. Dans le second cas, au contraire, l'axe du premier fuseau ou les axes des 2e ou 3e premiers fuseaux sont dans un plan perpendiculaire à l'axe des contractions qui déplacent le même élément mâle ou désintégrateur.

Ces deux conditions ne sont point d'ailleurs de simples vues de l'esprit, car elles se trouvent réalisées l'une et l'autre dans les processus d'expulsion du globule polaire, que l'on peut rationnellement considérer comme une segmentation très inégale due à un puissant effort d'expulsion. Nous avons vu en effet que, tandis que l'axe du fuseau de l'archiamphiaster se confond le plus souvent avec la direction de la voie d'expulsion du globule polaire, il arrive assez souvent aussi que l'axe du premier ou même peut-être les axes des deux premiers fuseaux se trouvent d'abord dans une direction perpendiculaire à la ligne d'expulsion de ce globule. Mais, dans ce cas, les efforts d'expulsion plus énergiques et plus vifs parviennent à redresser la direction de l'axe des fuseaux, tandis que les faibles efforts de *décentration* de la segmentation inégale sont incapables d'atteindre le même résultat; et l'inégalité des sphères ne peut se manifester que lorsque, par suite de la variation normale et successive des plans de clivage, l'axe du fuseau directeur des sphères déjà formées se confond avec la direction des efforts destinés à déplacer, à chasser du centre l'élément désintégrateur ou protoplasmique. Les sphères de segmentation sont alors placées, chacune en particulier, dans la condition de l'œuf de Mollusque, ou œuf du premier type de segmentation inégale.

La segmentation inégale et la formation des cellules polaires seraient donc des phénomènes de même nature qui présenteraient ce caractère commun, que la formation du fuseau directeur serait accompagnée d'efforts produits par le sarcode de l'œuf, pour expulser une portion de l'élément désintégrant. Mais il y aurait entre les deux ordres de phénomènes la différence suivante : Dans l'expulsion du globule polaire, la proportion à rejeter de l'élément désintégrant étant plus importante, les efforts

éliminateurs sont assez énergiques, non seulement pour donner au fuseau une situation excentrique, mais encore pour appliquer violemment une des aires terminales du fuseau contre la surface du vitellus et pour en provoquer même la saillie. Dans la segmentation inégale, l'effort d'expulsion, déjà bien affaibli, se borne à porter le fuseau dans une situation excentrique dont le degré d'excentricité est probablement relatif à l'excès d'élément désintégrant qui provoque les efforts d'expulsion.

Dans la segmentation égale et régulière, l'élément désintégrant se trouvant dans une proportion rigoureusement exacte et convenable avec l'élément d'intégration, tout effort d'expulsion est supprimé et la segmentation revêt les caractères simples et généraux de la division des éléments cellulaires ordinaires. Mais on conçoit que cette proportion exacte et rigoureuse se réalise avec quelque difficulté dans l'œuf fécondé, parce que deux éléments d'origines différentes sont appelés à y concourir, et il n'est pas étonnant que les segmentations vitellines *parfaitement* égales soient au fond très rares et peut-être n'existent pas, tandis que les segmentations inégales sont en réalité très répandues, se rencontrent dans tous les groupes et s'y présentent avec des variations infinies dans le degré.

Dans la segmentation inégale, il est de règle très générale que les *grosses* sphères des premiers clivages soient constituées par une masse très riche en lécithe et aient une division tardive et lente, tandis que les *petites* sphères sont constituées par du protoplasme clair et se divisent promptement. Or il est un fait dont j'ai déjà parlé rapidement quand je me suis occupé de la signification des anneaux polaires de *Clepsine*, et sur lequel j'éprouve le besoin de revenir à propos de la segmentation inégale. Il est en effet remarquable que chez *Clepsine* le premier clivage après fécondation donne naissance aussi à deux sphères inégales. Mais cette inégalité ne porte que sur le *volume* des deux sphères et non sur leur *composition*, ce qui constitue une différence notable entre ces sphères et les sphères du premier clivage, dans l'immense

majorité des segmentations inégales. Or ce premier clivage inégal de *Clepsine* et les circonstances qui l'accompagnent sont extrêmement dignes d'attention, car elles sont de nature à jeter une vive lumière sur les causes qui président à la segmentation inégale et à la formation des globules polaires. Aussi demanderai-je au lecteur la permission d'analyser avec soin et d'interpréter les phénomènes observés et dessinés par Withman.

Je fais d'abord remarquer que l'émission du premier globule polaire est la conséquence de l'expulsion excentrique d'un archiamphiaster dont l'axe arrive près de la surface de l'œuf dans un état si prononcé d'obliquité qu'on peut en conclure que cet axe, primitivement perpendiculaire à la résultante des forces d'expulsion, a dû être redressé par celles-ci. Nous avons déjà vu des faits semblables, et je n'ai pas besoin d'insister. Je renvoie seulement à la *fig.* 62 de Withman.

On ne peut apprécier la direction du second archiamphiaster (*fig.* 63 et 66), car, étant resté sous l'influence des forces expultrices et n'ayant pu regagner le centre de l'œuf, il a conservé une direction peu différente de celle qu'avait le premier archiamphiaster au moment où le premier globule s'est détaché.

Les deux archiamphiasters, ou *amphiasters parthénogénétiques*, peuvent donc avoir eu primitivement deux axes perpendiculaires l'un à l'autre, et si les plans des deux clivages ont été parallèles, c'est que très probablement les forces d'expulsion ont ramené l'axe des deux fuseaux dans la même direction.

Les efforts d'expulsion qui continuent après la sortie des globules polaires achèvent d'amener à la surface des deux pôles de l'œuf les anneaux polaires formés de protoplasme clair, l'anneau oral d'abord, l'anneau aboral ensuite. Cet ordre d'apparition est entièrement rationnel, car la sortie des globules polaires par le pôle oral a déjà manifesté que vers ce pôle se trouvait la moindre résistance, ou bien encore la résultante des plus grands efforts d'expulsion.

Alors commence le premier clivage de l'œuf fécondé ; l'axe du premier fuseau est d'abord parallèle à celui du premier fuseau par-

thénogénétique avant son mouvement de bascule, ce qui semblerait dénoter dans les trois premiers fuseaux une direction alternativement perpendiculaire qui se concilie bien avec les conditions des segmentations régulières. En outre, l'amphiaster est dans le centre de l'œuf, et tout semblerait devoir conduire à une première segmentation régulière en deux sphères égales par le volume aussi bien que par la composition ; mais ce premier amphiaster présente dès son origine une *obliquité de direction* très remarquable (*fig.* 72, 73, 74 de Withman), ayant le même sens que celle du premier archiamphiaster, quoique beaucoup moins prononcée. Si, comme il est légitime de le penser, le mouvement de bascule du premier archiamphiaster est dû aux efforts d'expulsion qui le portent à la surface de l'œuf et le font saillir, on est en droit de penser que l'obliquité de l'amphiaster du premier clivage est due à la même cause, mais d'une intensité bien moindre. L'affaiblissement de cette cause expultrice est d'ailleurs démontré par la rentrée progressive des disques polaires dans l'intérieur du vitellus, d'où ils avaient été chassés. Les limites de ces disques deviennent en outre moins nettes et moins précises, et leur individualité, comme élément sexuel figuré et délimité, semble s'affaiblir progressivement (*fig.* 72, 73, 74, 75, 76 de Withman). C'est probablement à l'expulsion préalable des globules polaires, ainsi qu'à cette *diminution* de signification sexuelle des disques, qu'il faut attribuer l'affaiblissement des efforts d'expulsion. Je dis *diminution* et non point *perte* et *anéantissement*, car les faits ultérieurs sont de nature à nous démontrer que l'influence des disques comme élément désintégrant persiste encore quelque temps d'une manière évidente.

Mais il est à remarquer que les forces d'expulsion, en faisant basculer l'axe de l'amphiaster sur une de ses aires polaires, rejettent l'équateur du fuseau un peu *en dehors* du centre de l'œuf, de telle sorte que le plan de clivage, qui passe forcément par cet équateur, se trouve dévié latéralement et tend à diviser l'œuf en deux parties inégales, dont l'une, plus grosse, renferme la plus grande partie, si ce n'est la totalité, des anneaux polaires, tandis

que l'autre, plus petite, n'en renferme que des portions peu importantes ou même pas du tout.

Eh bien ! il y a ceci de très remarquable dans ce cas que, contrairement à ce qui a lieu dans les segmentations inégales, la plus grosse des deux sphères, celle dans laquelle est restée la substance des anneaux polaires, se divise *avant* la plus petite. De plus, elle se divise à son tour comme l'œuf en deux sphères inégales, dont la plus volumineuse conserve les restes des anneaux polaires; et il est encore très remarquable que cette sphère fille se distinguera des trois autres sphères par une précocité remarquable de segmentation qui s'étendra, pendant une longue série de fractionnements, aux générations de cellules qui en proviendront et qui constitueront *tout le mésoderme* et une *grande étendue de l'ectoderme*.

Ces faits méritent d'autant plus notre attention qu'ils permettent de dégager la vraie cause de la segmentation inégale des causes qu'on lui a jusqu'ici attribuées. En présence de la segmentation plus rapide de la petite sphère claire et de la segmentation lente et tardive de la grosse sphère obscure et riche en lécithe des segmentations inégales, on a l'habitude d'expliquer le contraste par cette considération que la précocité et la rapidité de la segmentation est en raison inverse de la quantité de lécithe que renferment les sphères de segmentation. C'est là une explication superficielle et non satisfaisante, à laquelle on peut avantageusement substituer celle que j'expose ici.

Le fait de *Clepsine* en effet vient renverser cette explication, en montrant une segmentation très inégale, très caractérisée, et se reproduisant fidèlement, pendant une longue série de stades de clivage, avec des sphères de segmentation qui ne diffèrent pas entre elles par la richesse en lécithe, mais qui présentent ce fait très remarquable que les sphères où la segmentation présente la plus grande activité sont celles où l'on peut constater clairement la présence de petites masses de protoplasme (les anneaux polaires) dont l'œuf avait *tenté* de se débarrasser et qui sont rentrées dans son sein, tout en se localisant dans certaines sphères. Quant à la cause de cette localisation, nous la connaissons ; elle

résulte même de ce que les efforts expulseurs de l'œuf sur cet élément protoplasmique ont déplacé le premier fuseau et le premier plan de clivage. Ajoutons enfin, comme conclusion dont il me paraît difficile de nier la justesse, que la signification d'élément désintégrant que j'attribue aux anneaux polaires ressort clairement des phénomèmes très actifs de division qui se limitent d'une manière très distinctement exclusive aux sphères de segmentation où s'est localisée et confinée la substance de ces anneaux.

Il n'est pas inutile d'ajouter que, chez *Euaxes*, Kowalevsky a trouvé sur le pôle où *commence* le sillon de clivage une tache elliptique claire, que Withman regarde comme un reste d'un anneau semblable à ceux de *Clepsine*, et qui, comme ce dernier, passe dans la plus grosse des deux sphères de la première segmentation, et ainsi de suite.

Il ressort donc clairement de cette étude que les éléments lécithiques ne sont pas par eux-même les causes du retard dans la segmentation ; mais cette circonstance, que les parties de l'œuf riches en lécithe se segmentent plus tardivement que les autres, est seulement propre à nous révéler une sorte d'antagonisme entre les portions protoplasmiques de signification mâle de l'œuf et les parties lécithiques de l'œuf ; aussi voyons-nous les éléments mâles se dégager sous forme de masses claires, hyalines et très pauvres en grains lécithiques. Ainsi en est-il des globules polaires, qui, riches en éléments désintégrants, emportent avec eux si peu d'éléments nutritifs qu'ils sont appelés à une mort rapide. C'est d'ailleurs là une simple remarque que je fais en passant, et qui n'a d'autre but que de me permettre de formuler cette conclusion : que si les parties de l'œuf riches en lécithe se segmentent tard et lentement, c'est qu'elles sont pauvres en éléments désintégrants, et que cette pauvreté pourrait bien provenir de ce que l'antagonisme entre les parties riches en lécithe et l'élément désintégrant *hâte* l'élimination de ce dernier.

Une dernière réflexion avant de clore cette étude de la segmentation inégale. Si mes vues ont quelque fond de vérité,

il en résulte que, dans la segmentation inégale, l'élément mâle de l'œuf prend *surtout* place dans l'ectoderme et l'élément femelle dans l'entoderme. On peut donc dire que les deux feuillets ont, à l'origine, deux sexualités différentes, ou tout au moins représentent la prédominance des deux sexualités. Mais est-ce à dire, comme l'a prétendu Éd. van Beneden, que l'élément mâle soit un produit ectodermique et l'élément femelle un produit entodermique ? Nullement. Ces deux polarités sexuelles des deux feuillets n'appartiennent qu'aux premières phases du développement blastodermique. Elles pourraient tout au plus être un indice que dans les premières phases du développement phylogénique du règne animal la loi de van Beneden a pu être une vérité ; et c'est peut-être là une explication de ce fait que, d'une manière assez générale, les éléments sexuels prennent naissance dans le mésoderme, c'est-à-dire dans un feuillet dont l'apparition a été et est postérieure à celles des deux feuillets primordiaux, et auquel les observations embryologiques semblent devoir de plus en plus faire attribuer, soit dans le passé, soit dans le présent, une origine mixte, c'est-à-dire puisée dans les deux feuillets primitifs avant ou après leur séparation.

Je clos là cet examen des forces qui président à la formation de la segmentation inégale et des globules polaires. Peut-être aurai-je répondu dans une certaine mesure, en m'y livrant, à l'attente exprimée par Mark dans un passage déjà cité de son étude sur l'œuf de *Limax campestris*, alors que, parlant de la coalescence du corpuscule aréal de l'aster externe avec l'enveloppe de la cellule polaire, il ajoutait : « Il est possible que cette particularité serve un jour à une meilleure intelligence des forces mises en œuvre dans la division cellulaire ».

Si nous recapitulons maintenant les divers groupes de globules qui sont éliminés de l'ovule depuis l'époque de sa vie de cellule asexuée jusqu'au moment où il atteint la dignité complète et la signification d'œuf, nous voyons qu'il peut y avoir :

1° Des *globules précoces* ou *du début* qui constituent générale-

ment les éléments du follicule et qui donnent, pour ainsi dire, la première impulsion à la marche de la cellule vers la sexualité.

2° Des globules plus ou moins *tardifs* qui se forment parfois bien avant l'époque de la maturité, mais qui s'éliminent seulement à une époque assez tardive et parfois très voisine de la maturité. Ils sont tous formés, comme les globules précoces, par simple différenciation au sein du protoplasme, et sans phénomènes de karyokinèse. Ce sont les globules *tardifs proprement dits*.

3° Des globules qui sont contemporains de la période de maturité complète et dont l'élimination accentue dans l'œuf une attraction très prononcée pour un élément mâle venu d'une autre cellule ou même d'un autre organisme. Ce sont les globules de *maturation parfaite*. La plupart de ces globules sont dus à des phénomènes de division cellulaire et forment les globules polaires proprement dits.

Il s'agit de considérer en quelques mots quelles sont les relations spéciales de ces trois sortes de globules avec les œufs des divers groupes d'animaux, et quels sont les rapports qu'affectent entre eux ces trois espèces de globules.

Il convient de dire d'abord que ces trois espèces de globules éliminés sont loin de se rencontrer toujours et même souvent dans un même œuf; les globules précoces sont généralement très répandus ; ils constituent souvent de très bonne heure une enveloppe autour de l'œuf. On les a trouvés dans les œufs d'Ascidiens, dans les œufs de tous les Vertébrés, dans les œufs de quelques Mollusques, quelques Annélides, des Géphyriens, des Arthropodes, etc. Dans bien des cas, on ne les aperçoit pas, ou ils sont passés inaperçus, car ils ne constituent pas toujours une enveloppe complète, mais forment seulement à la surface de l'œuf des masses irrégulièrement disséminées de substance protoplasmique granuleuse qui peut revêtir même parfois une forme diffuse et irrégulière, assez comparable à celle de la substance excrétée ou voile de l'œuf mûr des Amphibiens et des Sauropsidés. Cette dernière

forme se trouve particulièrement chez les Aranéides et les Myriapodes.

Dans d'autres cas, ces globules disparaissent de très bonne heure, étant comprimés entre l'œuf et la capsule dans laquelle celui-ci est enfermé et étant dissociés et résorbés.

2° Les globules plus ou moins tardifs sont représentés par la couche des globules celluloïdes ou cellules granuleuses des Ascidiens, probablement par les globules de la Coque décrits par Weissmann [1] dans l'œuf d'hiver des Daphnoïdiens (Cladocères). On pourrait placer aussi dans ce groupe la couche si singulière décrite par Ihering [2] sur les œufs de *Chiton*, et à laquelle il donne le nom de chorion ; mais il est possible que cette couche doive être regardée comme appartenant plutôt aux éliminations précoces. Elle fait défaut chez l'œuf jeune entouré d'une membrane anhiste ou capsule qu'Ihering appelle follicule, et elle prend ultérieurement naissance entre le follicule et le vitellus. Plus tard, elle subit des modifications qui lui donnent des formes plus ou moins étranges. Ihering pense, il est vrai, que ce chorion est sécrété par le follicule. Mais l'analogie est bien plus favorable à l'idée qu'il est une élimination plus ou moins tardive du vitellus. Et d'ailleurs l'examen microscopique du chorion de *Chiton fascicularis* permet de soupçonner la formation de cette enveloppe par transformation de globules ou cellules qui ne sauraient être le produit d'une membrane ou capsule anhiste. Je répète que je viens de m'assurer, par l'examen microscopique, que les cellules coniques qui forment l'enveloppe si curieuse de l'œuf de *Chiton squamosus* ont réellement pour origine des éléments éliminés du sein du vitellus. Ihering pense que la coque épaisse, cartilagineuse et transparente des œufs des Trochides doit être comparée au chorion des Chitonides.

Dans ce groupe des globules *tardifs*, il faut comprendre les

---

[1] Weissmann ; Beiträge zur Naturgesch. d. Daphnoïden. (*Z. f. w. Z.*, 1877.)

[2] Ihering ; Beiträge zur Kenntniss der Anat. don Chiton. (*Morph. Jahrbuch*, IV, 1878.)

vésicules hyalines périphériques décrites par Giard [1] sur les œufs de Méduses phanérocarpes au moment de leur maturité.

Je crois devoir ranger dans ce même groupe les globules formés dans l'œuf de l'*Asellus aquaticus* et observés par Henneguy [2]. On sait en effet que cet observateur a vu deux ou quatre globules se détacher du vitellus, mais sans pouvoir constater leurs rapports avec la vésicule germinative.

Dans la troisième catégorie, ou globules de maturation parfaite, sont compris d'abord les globules polaires proprement dits, ou corpuscules directeurs, dont l'expulsion est accompagnée de phénomènes de clivage parthénogénétique. Mais il y a lieu de se demander quelle est la place à donner à d'autres éléments rejetés, dont l'*élimination définitive* est également contemporaine de la maturation, mais dont la formation n'est point accompagnée de phénomènes kinétiques. Je fais ici allusion aux globules polaires des Insectes, au voile des Amphibiens, au noyau vitellin des Aranéides et des Myriapodes, etc.

Il faut remarquer qu'il y a entre les globules ou masses éliminées des deux premières catégories (*précoces* et *tardifs*) et les globules polaires proprement dits, ou globules de *maturation parfaite*, une différence notable dans le processus d'expulsion ou d'élimination. Pour les premiers, la vésicule germinative reste au centre de l'œuf, et les globules ou masses éliminées s'éloignent d'elle suivant un mouvement centrifuge, de telle sorte que les deux éléments de polarités sexuelles opposées semblent avoir été séparés malgré leur attraction réciproque, comme le sont les deux fluides magnétiques d'un barreau de fer doux soumis à l'influence d'un courant circulaire. Dans le cas des globules polaires ou de direction proprement dits, l'attraction des deux éléments de polarités opposées est restée intacte, tout au moins partiellement, et les deux éléments se sont au contraire combinés

---

[1] Giard ; Sur les modifications que subit l'œuf des Méduses phanéroc. (*C. R. Ac. Sc.*, 19 mars 1877.)

[2] Henneguy ; Sur l'existence des globules polaires dans l'œuf des Crustacés. (*Bull. de la Soc. philomatique*, 7e série, IV, 1880.)

l'un avec l'autre pour opérer la karyokinèse, si bien que l'expulsion de l'un ne peut se faire sans l'expulsion de l'autre ; aussi l'élément femelle contenu dans les restes de la vésicule germinative est-il partiellement entraîné à la surface de l'œuf, à la remorque de l'élément mâle qui lui est combiné.

Il y a là une différence de processus que nous ne saurions négliger et dont il convient de rechercher la cause et le mécanisme. C'est là une question extrêmement délicate, qui ne saurait être encore traitée d'une manière satisfaisante, et pour laquelle je me borne à essayer l'explication suivante, que je me garde de donner comme irréfutable. Elle pourra peut-être donner lieu à d'autres recherches et à d'autres explications.

Les globules précoces, et même les globules tardifs, se forment dans le vitellus au voisinage de la vésicule germinative, alors que cette dernière a encore conservé son autonomie au centre de l'œuf ; les phénomènes d'expulsion ou de répulsion doivent donc avoir pour effet d'éloigner de la vésicule germinative les globules expulsés.

Si les globules à éliminer sont disposés en nombre autour de la vésicule germinative, celle-ci reste en équilibre au centre de l'œuf ; si le nombre des globules est restreint et s'ils sont particulièrement situés d'un côté de l'œuf, la vésicule pourra elle-même être déplacée et devenir excentrique dans une direction opposée à celle du globule expulsé. C'est ce qui a lieu notamment pour le noyau vitellin des Aranéides.

Quant à la nature de la force expultrice de ces globules, il serait certainement téméraire de vouloir actuellement se prononcer sur elle. Faut-il attribuer l'expulsion des globules à des courants ou à des contractions centrifuges qui s'établiraient dans le sarcode vitellin ? On pourrait invoquer, à l'appui de cette idée, l'aspect radiaire que l'on observe dans certains œufs à l'époque de l'élimination des cellules du follicule, et que H. Fol [1] a signalé dans

---

[1] H. Fol ; L'œuf et ses enveloppes chez les Tuniciers. (*Recueil zoologique Suisse*, I, n° 1, novembre 1883.)

les jeunes œufs d'Ascidiens traités par le réactif de Flemming, ou par l'acide acétique, ou par le perchlorure de fer. Flemming, van Bambeke, Henneguy, ont décrit et dessiné des dispositions semblables dans des œufs de divers animaux. J'ai moi-même observé cette structure radiaire dans des œufs d'Ascidiens et d'Arthropodes, mais je dois ajouter que les conditions de leur formation ne me permettent pas de considérer cette structure radiaire comme liée activement à l'expulsion des globules. Je m'expliquerai sur ce sujet dans une prochaine publication.

Quant à l'expulsion du globule polaire ou de direction, il convient de remarquer qu'elle a lieu à un moment où la personnalité, dirai-je, de la vésicule germinative a souffert de rudes atteintes, et où la plus grande partie de la substance de cette dernière s'est diffusée dans l'œuf et a pris, pour ainsi dire, possession de la masse du vitellus. Celui-ci, dépouillé d'une portion notable de l'élément mâle par suite de l'élimination préalable des globules précoces et des globules tardifs, a acquis une polarité générale femelle. L'influence répulsive qui résidait préalablement dans la vésicule germinative et qui pouvait exciter des contractions localisées au voisinage de celle-ci, cette influence, dis-je, se trouve répandue et disséminée dans la masse du sarcode vitellin et peut se manifester par des contractions en masse de celui-ci. Que peut-il résulter de cette contraction en masse ? C'est que, s'il se trouve dans l'œuf un diamètre où la résistance soit moindre, les portions centrales différenciées du sarcode général seront expulsées suivant ce diamètre. Mais ces portions centrales comprennent précisément, à ce moment-là, une portion de l'élément femelle (restes de la vésicule germinative) et l'élément mâle (protoplasme central) en état de vraie conjugaison, de combinaison pour constituer l'archiamphiaster, et formant par conséquent un tout dont les éléments sont inséparables. Leur expulsion devra donc être simultanée. Par une extrémité du diamètre fera donc saillie l'archiamphiaster constituant le globule directeur ; à l'autre extrémité pourra s'éliminer un globule de protoplasme hyalin, ou simplement se former une saillie de substance

claire qui témoignera tout au moins de la tendance expultrice qui se manifeste à cette extrémité du diamètre.

On voit donc qu'il y a entre le processus d'expulsion des globules précoces ou tardifs et des globules ou cellules polaires proprement dits, une différence très notable dans les conditions apparentes du phénomène, et très probablement aussi dans ses conditions intérieures. Dans le cas des premiers, il y a séparation simple des éléments de polarités différentes ; dans le cas des seconds, la séparation a lieu également, mais après fécondation parthénogénétique, et l'élimination de l'élément de polarité mâle entraîne l'élimination, par division cellulaire inégale, d'une portion de l'élément femelle.

On pourrait être tenté de chercher dans ces conditions un critérium permettant de séparer les globules expulsés en deux groupes de nature très différente. Mais ce serait là une erreur, je crois, car toute la différence réside, au fond, dans une question de synchronisme ou de non-synchronisme, les uns étant formés et éliminés avant la formation de l'archiamphiaster, les autres étant éliminés pendant l'existence de ce dernier. Mais la distinction est d'autant moins digne d'être maintenue que, comme nous l'avons vu, il peut se former à la surface de l'œuf, simultanément, des globules directeurs et des globules purement hyalins. Je ne crois donc pas qu'il faille penser, avec Bütschli et Strasbürger, que la *principale signification* des globules polaires consiste dans l'expulsion d'une partie du noyau de l'œuf (*Eikern*, vésicule germinative). Cette signification est *accidentelle* et secondaire pour ainsi dire, et résulte d'une coïncidence assez fréquente dans certains groupes d'animaux.

En partant de ces principes, qui ont plus de largueur, me semble-t-il, que ceux qui ont été émis jusqu'à présent, nous pouvons rechercher la signification des éléments éliminés dont j'ai fait plus haut l'énumération.

Parlons d'abord de cette formation si singulière du *voile* de l'œuf de certains Amphibiens, voile bien décrit pour la première

fois par Max Schulze[1], qui lui a donné le nom de *fovea germinativa*; revu par Bambeke[2] sur les œufs d'Axolotl, et étudié de nouveau par O. Hertwig[3]. Cette formation est située à la surface du champ noir et supérieur de l'œuf de *Rana*, où elle a l'air d'une tache ou plaque jaune. Elle est composée d'une masse de substance finement granuleuse qui s'amincit vers ses bords. La surface est inégale. Elle n'est pas enveloppée ou limitée par une membrane, et un courant d'eau la désagrège facilement. Cette substance, étendue comme un voile, ressemble d'une manière frappante, dit Hertwig, à la masse granuleuse dans laquelle sont renfermés les nucléoles avant la dissolution de la vésicule germinative. Elle renferme seulement aussi entre les petites granulations réfringentes quelques globules lécithiques et de fins globules de pigment.

Ce voile, qui apparaît immédiatement après la ponte, se re marque encore après le premier clivage de l'œuf.

Hertwig voit dans le voile, d'accord avec Bambeke, les restes de la vésicule germinative, qui après la dissolution de cette dernière dans le vitellus sont expulsés par les contractions du protoplasme. Ce sont, dit-il, des substances qui n'ont plus aucune utilité dans l'économie de la cellule. Il base cette opinion sur la ressemblance entre les masses expulsées et la substance fondamentale propre de la vésicule germinative en voie de disparition. Les globules lécithiques et les grains de pigment qui y sont en outre contenus, ont été entraînés hors de l'œuf par le même effort d'expulsion.

Hertwig repousse toute assimilation entre le voile et les globules polaires des Mollusques et des Hirudinées, car leur processus de formation est tout à fait différent. Les derniers procèdent d'une division cellulaire, avec formation du fuseau aux dépens

---

[1] Max Schulze; *Observationes nonnullæ de ovorum ranarum segmentatione.* Bonnæ, 1863.

[2] V. Bambeke; Recherches sur l'embryologie des Batraciens. (*Bull. de l'Acad. roy. des Sciences de Belgique*, 2e série, tom. LXI, 1876.)

[3] O. Hertwig; Beiträge. (*Morph. Jahrb.*, III.)

du noyau, et avec étranglement du protoplasme, et il n'y a rien de semblable dans la formation du voile.

En me plaçant au point de vue des doctrines que j'ai exposées précédemment, on doit considérer le voile comme résultant d'une expulsion de certains éléments de l'œuf avant la formation parthénogénétique du premier archiamphiaster.

Il est légitime de présumer, d'après même la composition reconnue au voile par O. Hertwig, qu'il renferme à la fois une partie tout au moins des restes de la vésicule germinative qui ne doivent point participer à la formation du nucléus de l'œuf (*Eikern* de Hertwig), et des portions éliminées du protoplasme semblables à celles qui sont expulsées avec les vrais globules polaires ou de direction, c'est-à-dire des éléments de polarité mâle.

La formation des archiamphiasters, c'est-à-dire la production du premier et du second clivage parthénogénétique, n'a pas lieu chez la Grenouille, parce que l'élimination de l'élément mâle ou diviseur, représenté par le voile, survient avant que la fécondation parthénogénétique ait pu se manifester par le clivage. Cela peut tenir à ce que l'œuf de *Rana* est relativement riche en sphérules vitellines et en éléments lécithiques, ce qui a toujours pour effet de retarder les phénomènes de segmentation, ou plutôt, ainsi que je l'ai exposé plus haut, de *hâter* les phénomènes d'expulsion de l'élément désintégrant. Ainsi s'explique chez *Rana* l'apparition et la nature du voile, et nous pouvons concevoir par là en quoi l'opinion de Hertwig nous paraît inexacte; car si le voile ne renferme pas tout ce que nous retrouvons dans le globule polaire, et en particulier une portion figurée du nucléus de l'œuf, il contient cependant ce qui, pour moi, est la portion la plus importante et la plus caractéristique de ce globule, c'est-à-dire l'élément protoplasmique mâle éliminé.

Quant à la présence dans le voile des *restes* de la vésicule germinative, rien ne s'oppose à ce qu'on l'admette. Ces restes, disséminés dans le vitellus central, ont été entraînés dans le mouvement d'expulsion de l'élément protoplasmique mâle.

L'absence d'archiamphiaster et de globule à forme de cellule chez *Rana* et d'autres Amphibiens me fournit l'occasion de donner une portée plus générale aux réflexions qui précèdent, et de fournir une explication, conforme à ma théorie, de ce fait très remarquable, que ce sont les œufs possédant une grande proportion de substances nutritive ou lécithe qui font exception à la formation typique des globules polaires par division cellulaire. Mark [1], qui insiste sur ce fait, en induit que cette accumulation de matériaux nutritifs est incompatible avec le processus normal et plus primitif de maturation de l'œuf, et s'oppose à la formation des corps polaires de nature cellulaire. Il pense que l'élimination de portions de la substance de la *vésicule germinative*, décrite par Balfour pour les Élasmobranches, par Oellacher pour les Poissons osseux et les Oiseaux, et par van Bambeke et Hertwig pour les Amphibiens, représente, *d'une manière jusqu'à présent inexpliquée*, la formation de globules polaires. « Il y a peut-être lieu d'espérer, dit-il, que quelque représentant de ces groupes nous fournira enfin le moyen de concilier ces deux processus différents de formation ; mais, *pour le présent*, il ne semble pas possible de présenter une hypothèse satisfaisante de leurs relations mutuelles. On peut seulement dire, ajoute-t-il, que dans tous les cas il s'agit d'une *élimination* d'une portion, et seulement d'une *portion de la substance de la vésicule germinative* avec une *petite portion du vitellus*. »

Je ne sais si je m'abuse ; mais il me semble que l'hypothèse satisfaisante réclamée par Mak ressort clairement de ce que je viens d'exposer à propos du voile des Amphibiens. Si les globules polaires à forme cellulaire font défaut dans les œufs riches en principes nutritifs, c'est que le globule polaire est le résultat d'un premier clivage parthénogénétique, et que, le clivage étant retardé, ou (selon moi) l'élimination de l'élément mâle étant plus précoce dans les œufs riches en principes lécithiques, cette élimination se fait sous forme non cellulaire, avant que la fécondation parthé-

[1] Mark ; *loc. cit.*, pag. 548, 1881.

nogénétique et le clivage qui en résulte aient pu se produire.

L'erreur où sont tombés Hertwig, Bütschli, Bambeke, Strasbürger, van Beneden, Fol, Mark et tous les autres embryogénistes dans l'appréciation des relations d.s globules polaires à forme cellulaire, avec les globules ou masses éliminées sans phénomènes kinétiques, a eu constamment pour point de départ une fausse appréciation de la valeur du globule polaire proprement dit. Sa nature cellulaire, c'est-à-dire son origine par division d'un amphiaster, leur a toujours paru le point capital dans la signification de cet élément, et ils ont considéré par suite comme étant *absolument* ou *presque absolument* différente de lui toute substance éliminée qui ne l'était point avec formation de fuseau et d'aster. Par suite aussi la présence d'une portion de la substance de la vésicule germinative a constitué le critérium de la valeur d'une formation comme globule polaire. Ce sont là des points de vue que je considère comme erronés. Ce qu'il y a de *principal*, de *nécessaire*, ce qui occupe le premier rang dans la formation et dans la composition du globule polaire, c'est l'expulsion d'une masse de substance protoplasmique représentant l'élément mâle. Ce qu'il y a d'*accidentel*, de *contingent* dans le globule polaire, c'est la présence d'éléments provenant de la vésicule germinative par voie de segmentation cellulaire. La présence de ces derniers éléments tient à des circonstances qui n'ont rien d'essentiel, de nécessaire, et qui peuvent accidentellement accompagner la maturation sexuelle de l'œuf. En d'autres termes, la fécondation parthénogénétique peut se produire ou ne pas se produire avant que se soit perfectionnée et complétée la polarité femelle de l'œuf. Le fait essentiel, c'est le perfectionnement de cette polarité, et le processus de ce perfectionnement est l'élimination d'une portion physiologiquement ou même parfois histologiquement différenciée du protoplasme central de l'ovule. En se plaçant à ce point de vue, il ne sera pas difficile, je crois, de juger sainement des relations qu'il y a entre les globules ou éliminations à forme cellulaire et celles qui n'ont pas cette forme.

Si nous portons maintenant les yeux sur les globules polaires des Insectes, nous devrons reconnaître qu'il y a dans ces globules l'élément essentiel du globule, c'est-à-dire le protoplasme éliminé et parfois même dans quelques-uns, selon la remarque de Weissmann, des granulations plus grosses qui pourraient bien provenir des éléments de la vésicule germinative qui ont été éparpillés dans l'œuf. Ici, aucune figure kinétique n'a été observée, et dans tous les cas, en supposant son existence, elle ne saurait s'appliquer à la formation de globules sur des points assez différents de la surface de l'œuf.

Ces globules me paraissent devoir être comparés au voile des Amphibiens, et je suis disposé à leur reconnaître la même signification. Ils ont été expulsés d'un œuf riche en principes lécithiques avant que la fécondation et le clivage parthénogénétiques aient pu avoir lieu. Et quant à cette circonstance que les globules des Insectes rentrent dans le sein du vitellus après la formation du blastoderme, je ne puis dire si elle se rencontre également dans le voile des Amphibiens. Il est possible en effet que ce voile soit résorbé ultérieurement et rentre dans l'œuf comme substance nutritive. Hertwig ne s'explique pas catégoriquement à cet égard ; il se borne à dire que cette coiffe en forme de voile est conservée quelque temps après la fécondation, et qu'elle se voit encore sur les œufs segmentés en deux sphères, qui en ont chacune une part. Mais, dans tous les cas, la pénétration des globules des Insectes dans le sein de l'œuf n'est pas un fait sans analogues et tout à fait étrange. Les vrais globules polaires des Mollusques et des Vers sont eux-mêmes plus ou moins désagrégés ou dissous et leur substance rentre très probablement dans l'œuf pour aider à sa nutrition. En outre, je démontrerai dans un prochain Mémoire que le noyau vitellin des Aranéides est aussi un élément qui, formé par différenciation du protoplasme au pourtour de la vésicule germinative, est expulsé progressivement vers la surface du vitellus, où il se désagrège pour entrer dans la composition du protoplasme périphérique qui ne renferme pas de noyaux [1].

[1] A. Sabatier ; Sur le noyau vitellin des Aranéides. (*C. R. Ac. Sc.*, 31 déc. 1883.)

Entre les globules polaires des Mollusques, qui sortent de l'œuf pour n'y rentrer qu'à l'état de substance désagrégée, et les globules vitellins des Aranéides, qui se désagrègent dans l'œuf à mesure qu'ils approchent de sa périphérie mais qui n'en sortent pas, on trouve donc, comme intermédiaire intéressant, les globules polaires des Insectes, qui sortent de l'œuf pour y rentrer ostensiblement.

Enfin, à côté du noyau vitellin des Aranéides, il convient de placer les disques polaires des Hirudinées (*Clepsine*) et des Oligochetes (*Euaxes*), qui, après être venus faire saillie à la surface du vitellus, rentrent dans le sein de ce dernier, mais tout en conservant quelque temps encore leur autonomie relative et leur rôle désintégrant.

Je ne veux point prolonger cet examen outre mesure et passer en revue tous les cas où des formations intra-vitellines ont été vues sur des œufs à l'époque de leur maturation. Je signale seulement le fait observé par Grobben [1] sur les Cladocères (*Moina*), par Leydig [2] sur *Daphnia longispina*, et je clos cette longue discussion par cette affirmation, que tous ces faits ont un *caractère commun, très général et, par suite, de première valeur: c'est qu'ils représentent tous une élimination ou une tendance à l'élimination d'une portion différenciée ou non différenciée du protoplasme central, et que les phénomènes concomitants sont dus à des circonstances secondaires qui n'ont pas une importance capitale pour la vraie signification des globules et des substances expulsées de l'œuf ou dénaturées au voisinage de sa périphérie.*

Nous avons vu qu'il pouvait y avoir des éliminations précoces, d'autres tardives, d'autres enfin contemporaines de la maturation parfaite de l'œuf. J'ajoute que tous les œufs sont loin de présenter ces trois ordres d'élimination, et qu'il y a du reste entre ces catégories des formes intermédiaires que l'on ne saurait rigou-

---

[1] Grobben Carl; Die Entewickelungsgesch. der Moina rectirostris. (*Arbeit. a. d. Zool. Instit. zu Wien*, Bd. II, 1879.

[2] Leydig Franz; *Naturgeschichte der Daphniden*. Tübingen, 1860.

reusement classer dans l'un ou dans l'autre de ces compartiments.

Généralement les œufs présentent deux éliminations : une première, précoce, qui fait plus rarement défaut que les deux autres et constitue les éléments figurés *ou non* du follicule.

Les éliminations de maturation viennent ensuite, comme très fréquentes également. Nous avons vu qu'Hertwig pensait qu'on en avait exagéré la fréquence en confondant avec elles des corps qui avaient une tout autre nature. Nous avons déjà dit ce que cette assertion nous paraissait avoir d'erroné, et quelle était la source de cette peu juste appréciation.

Quant aux éliminations tardives qui sont particulièrement représentées par les globules celluloïdes des Ascidiens, par les sphères hyalines des Méduses phanérocarpes et par les globules périphériques de l'œuf d'hiver des Daphnoïdes, nous serions assez disposé à les considérer comme correspondant dans ces groupes aux globules de maturation. L'absence générale de globules polaires proprement dits chez les Méduses, chez les Crustacés et les Ascidiens serait d'un grand poids pour une semblable assimilation. Les globules tardifs constitueraient des éléments mâles éliminés avant la fécondation et la segmentation parthénogénétiques. Mais il convient d'être encore reservé sur cette question. J'ai déjà fait allusion aux faits de Grobben, de Leydig et d'Henneguy pour ce qui a trait aux Crustacés ; et pour ce qui regarde les Ascidiens, l'opinion de Semper, qui assimile les globules du testa aux globules polaires des Mollusques, ne saurait, d'après H. Fol [1], être soutenue, attendu que ce Savant distingué affirme avoir vu dans les œufs d'Ascidiens des amphiasters de rebut et des globules polaires. « Ces globules polaires sont au nombre de deux et se distinguent facilement des globules du testa, d'abord par la présence d'un noyau, puis par les dimensions, enfin par la position, car ils sont logés sous le testa larvaire, dans un espace lenticulaire compris entre ce dernier et la surface du vitellus. »

---

[1] H. Fol ; Recherches sur la fécondation, *loc. cit.*, pag. 280. Sur l'œuf et ses enveloppes chez les Tuniciers. (*Recueil zoolog. Suisse*, tom. I, n° 1, nov. 1883.)

Mark [1] pense aussi de son côté que certaines figures vues et dessinées par Strasbürger sur *Phallusia intestinalis* et désignées par lui comme nucléus de l'œuf (*Eikern* de Hertwig) se rapportent à la phase qui précède la formation des globules polaires.

Le fait étant très intéressant, il est à désirer que de nouvelles observations viennent dissiper tous les doutes à cet égard.

Il serait possible que cette élimination n'eût pas lieu chez tous les Tuniciers et peut-être même pas d'une manière constante chez la même espèce. H. Fol dit avoir rencontré, *de loin en loin*, des objets qui ne lui laissent aucun doute sur le point de la formation de ces globules. Il resterait donc à examiner quel est le degré de généralité de ce processus.

Il n'y aurait d'ailleurs rien d'incompréhensible à ce que dans certains cas, chez quelques Ascidiens, et peut-être chez tous, une troisième élimination fût nécessaire et qu'elle coïncidât avec le clivage parthénogénétique de l'œuf.

Je laisse cette question en suspens et me borne à répéter que généralement deux éliminations sont nécessaires ; mais j'ajoute que parfois aussi une seule semble suffire, ce qui pourrait tenir, soit à l'importance de l'élément éliminé, soit à une différenciation héréditaire qui a progressivement atténué l'élément de polarité mâle dans les œufs de tel ou tel groupe.

Une démonstration catégorique, ou tout au moins un appui considérable, pourra résulter, pour la théorie que je propose, de l'étude comparative de l'ovogénèse chez les animaux qui présentent à la fois la reproduction sexuée et la reproduction parthénogénétique.

Si la théorie est conforme aux faits, on devrait observer dans les œufs parthénogénétiques l'absence ou tout au moins un nombre relativement restreint d'éléments éliminés, tandis que dans les œufs sexués appartenant aux mêmes espèces, le nombre de ces éléments devrait être d'une supériorité très évidente et ne laissant subsister aucun doute.

---

[1] Mark ; *loc. cit.*, pag. 420.

Balfour est frappé de ce fait, que l'ensemble des Rotifères et des Arthropodes, où, avec *quelques exceptions douteuses*, les cellules polaires ne se forment pas, et où par conséquent une *portion essentielle du nucléus* n'est point rejetée, sont les seuls où la parthénogénèse se produit d'une manière normale. « C'est certainement une coïncidence remarquable que ce sont les deux seuls groupes dans lesquels des globules polaires n'ont pas jusqu'ici été observés d'une manière satisfaisante [1]. »

J'ai, dans le but de m'éclairer, entrepris sur les Aphidiens une étude comparative de la genèse des œufs d'été et des œufs d'hiver ; je n'ai encore recueilli qu'un petit nombre d'observations, et j'attends d'en avoir accru le nombre pour en publier le résultat.

Je fais seulement remarquer pour le moment que, tandis que chez l'œuf d'été des Aphidiens la segmentation commence dès que l'œuf vient de sortir de l'ovaire et s'accomplit rapidement dans le parcours de l'oviducte, cette même segmentation ne se produit dans l'œuf d'hiver que lorsque l'œuf est déjà hors de l'organisme maternel. Ces différences, qui établissent que l'œuf d'été est dès le début en possession de l'élément désintégrant et que l'œuf d'hiver l'attend de la fécondation sexuée, me semblent tenir à ce que l'œuf d'hiver s'est sexué par des éliminations précoces. Le petit nombre d'observations que j'ai pu recueillir sont déjà favorables à cette manière de voir.

Mais il est un fait très remarquable appartenant au domaine scientifique, et qui vient apporter à ma théorie un appui d'une valeur d'autant plus grande qu'il émane d'un observateur d'une très grande compétence. Il s'agit de la constitution des œufs de Daphnoïdiens, telle que l'a démontrée Weissmann[2]. Il résulte en effet des travaux de cet Observateur que sur les œufs d'hiver ou sexués d'un certain nombre de Daphnoïdiens on voit apparaître

---

[1] Balfour; *loc. cit.* (*Quarterly Journal*, 1878), *et Traité d'embryologie comparée*, trad. Robin, 1883.

[2] A. Weissmann; Beiträge zur Naturgesch. d. Daphnoïden, Theil, II, III et IV. (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, tom. 28, 1877.)

sous la membrane vitelline une *couche* très épaisse dont la *formation est le résultat de la séparation* des parties constituantes de l'œuf précédemment mêlées : le *protoplasma se porte à la périphérie* et le deutoplasma pénètre dans la profondeur de l'œuf. Cette couche de protoplasma, qui est, soit continue, soit sous forme de taches claires séparées (globules), se transforme plus tard en *coque,* et ne prend pas part à la formation de l'embryon. Les *fig.* 4 (A, B), 8, 31 et 33, 34 (A, B, C, D, E), du Mémoire de Weissmann ne permettent pas de repousser l'assimilation de cette formation périphérique avec les globules protoplasmiques éliminés que nous avons rencontrés dans tant d'œufs appartenant à des groupes différents.

Quoique Weissmann n'ait observé cette formation que dans les œufs d'hiver d'un certain nombre de genres de Daphnoïdes, il n'est pas téméraire d'avancer qu'un processus si remarquable et si caractérisé ne saurait être un accident et doit avoir son analogue dans les œufs d'hiver des autres Daphnoïdes. C'est là ce qui ressort d'ailleurs des observations mêmes de Weissmann, qui signale dans d'autres Daphnoïdiens des épaississements considérables de la coque, ou une couche continue de protoplasme clair à la surface du vitellus.

En opposition avec cette disposition remarquable des œufs d'hiver doit être mise la constitution générale des œufs d'été ou parthénogénétiques. Chez tous, en effet, l'œuf d'été possède une enveloppe mince et délicate et remplie par un vitellus riche en deutoplasme, à la surface duquel il ne se produit ni élimination, ni séparation de globules clairs ou d'une zone claire.

C'est là un fait remarquable qui me semble trouver une interprétation heureuse dans les théories que je soutiens. S'il est prouvé ultérieurement que les trois cellules nutritives de l'œuf des Daphnoïdiens soient le résultat d'une élimination précoce qui a imprimé à l'ovule une direction déterminée, mais insuffisante, vers la sexualité femelle, on peut considérer l'élimination protoplasmique des œufs d'hiver comme complétant et perfectionnant cette sexualité. Le défaut, au contraire, de cette élimination

laisse subsister dans les œufs d'été une quantité d'élément mâle ou de désintégration qui suffit à une fécondation parthénogénétique précoce et à un développement rapide.

Encore quelques faits de cet ordre bien observés et bien établis, et la *Théorie des polarités sexuelles de la cellule* me semblera devoir s'imposer à l'attention des Biologistes.

Historique. — Quelques mots d'historique sont nécessaires. Non point que je veuille passer ici en revue toutes les idées émises sur la nature et la signification de la sexualité : ce travail m'entraînerait beaucoup trop loin ; je désire seulement me borner à une courte analyse des idées antérieurement émises et qui ont quelque degré de parenté avec celles que je viens d'exposer comme résultant de mes propres études. Quoique je puisse dire avec une entière bonne foi que mes observations et réflexions personnelles m'ont conduit aux idées qui constituent les grands traits de ce travail, je ne méconnais pas les droits de la priorité, et je tiens, autant que mes ressources bibliographiques et mes connaissances me le permettront, à exposer ce que d'autres ont fait avant moi dans cette direction. En quelques mots, je me permettrai, quand je le jugerai utile, de faire ressortir en quoi les idées de mes devanciers et les miennes concordent ou diffèrent.

Minot [1] me paraît avoir le premier exprimé *clairement* et nettement une hypothèse qui se rapproche de celle que je viens d'émettre, tout en en différant à bien des égards. Voici la traduction exacte du procès-verbal de la séance du 18 avril 1877 de la Société d'Histoire naturelle de Boston, où est analysée la communication de Minot. Après avoir comparé l'œuf à un Protozoaire, et plus particulièrement à un Infusoire, il ajoute . « Engelman et Bütschli, en complétant les observations l'un de l'autre, ont mis en évidence la nature réelle du processus de reproduction chez les Infusoires, montrant que le prétendu nucléole agit comme

[1] Minot ; *Proceedings of the Boston Society of Natural History*, tom. XIX, 1876-78, séance générale du 18 avril 1877.

élément mâle, et passe avec une petite portion du protoplasme, à l'époque de la conjugaison, dans le corps d'un autre Infusoire, pour qui il y a réciprocité. Après la conjugaison, les Infusoires se divisent asexuellement pendant plusieurs générations, apparemment jusqu'à ce qu'ils soient si épuisés qu'une nouvelle conjugaison soit devenue nécessaire. Pour l'œuf, l'imprégnation, ainsi que cela a été abondamment établi par les récentes observations de Hertwig, Éd. van Beneden et Fol, est effectuée par la pénétration d'un spermatozoïde dans l'œuf, où il s'unit avec le nucléus (pronucléus femelle) ; de là résulte la division de l'œuf en nombreuses cellules, exactement comme chez les Infusoires, avec cette différence seulement que ces cellules restent adhérentes au lieu de se séparer en autant d'individus indépendants. De plus, dans le cas des Infusoires, l'animal se prépare à l'imprégnation en rejetant son propre élément mâle ou un nucléus avec un peu de protoplasme; comme l'œuf se prépare à recevoir le spermatozoïde en rejetant comme cellules de direction (*Richtungsbläschen*, globules polaires) un nucléus avec une petite portion de protoplasme. *Les cellules de direction sont comparables aux nucléoli des Infusoires*[1]. Une confirmation de cette homologie se trouve en outre dans la formation du *fuseau nucléaire*, comme prélude aussi bien du rejet des cellules de direction que de l'expulsion des nucléoli (Bütschli, Hertwig, Fol, Flemming). Nous distinguons dans les deux cas la *formation d'une génération dans laquelle les deux sexes sont des cellules séparées, et par conséquent l'union de deux individus uni-cellulaires sexués d'origine différente, pour former une cellule asexuée, qui se divise asexuellement pendant plusieurs générations*[2] jusqu'à ce que l'énergie originelle soit épuisée. Les générations sexuées peuvent être appelées *génoblastes*, les femelles *arsénoblastes*, les mâles *thélyblastes* (cellules de direction, nucléoli des Infusoires, et spermatozoïdes). Il semble donc qu'une réelle alternance de générations domine dans le règne animal, comme cela est d'ailleurs établi pour les plantes.

---

[1] Souligné par Minot.

[2] Souligné par Minot.

» Il résulte de ces vues que l'œuf ne devient réellement femelle qu'après le rejet des cellules de direction mâles ; jusque-là, il contient les éléments des deux sexes. De même, toutes les cellules du corps peuvent être à la fois mâle et femelle, puisqu'elles proviennent de la division sexuelle d'un œuf fécondé, c'est-à-dire d'une cellule dans laquelle les deux sexes sont réunis. Il est important, en se plaçant à ce point de vue, de savoir si dans le développement des spermatozoïdes la cellule mère se divise en deux portions, dont l'une constitue la part mâle, tandis que l'autre en est séparée. Il y a encore peu d'observations qui puissent être utilisées pour cela ; mais celles qui existent répondent à nos vues, car il y est question d'un noyau mère, *Mutterkern* (élément femelle ?) qui reste en arrière et qui avorte, tandis que les nombreux nucléus spermatozoaires (*Spermatozoa-nuclei*) continuent leur vie indépendante.

» Il est curieux que les éléments mâles soient toujours plus nombreux que l'élément femelle ; dans les Infusoires, les nucléoli dépassent en nombre les nucléi ; dans les œufs, il y a ordinairement trois cellules de direction, et d'un noyau mère (*Mutterkern*), naissent toujours de nombreuses têtes de spermatozoïdes.

» Il faut remarquer en outre que la théorie ci-dessus permet une nouvelle hypothèse de la parthénogénèse, à savoir : que c'est une forme spéciale de la reproduction asexuelle ou division. »

Depuis lors, Minot a publié une exposition plus détaillée de sa théorie dans l'*American Naturalist*[1].

Malheureusement je n'ai pu avoir sous la main ce périodique, et j'ai dû me borner aux documents que je viens de citer. Il est possible que les vues de Minot aient pris dans cette rédaction ultérieure à la fois plus de précision et plus d'étendue ; mais j'ai lieu de croire, d'après quelques citations recueillies dans des publications récentes, que le fond n'en a pas été modifié.

---

[1] Minot, Ch. S. A. Sketsch of comparative Embryology. (*American Naturalist.*, vol. XIV, 1880.

J'ai à peine besoin de faire ressortir en quoi les idées de Minot se rapprochent des miennes, et quelle est la différence capitale qui les en sépare.

Minot a pensé, comme je le pense aussi, que la cellule complète renferme en elle les deux sexualités, et que la sexualité est le résultat de l'élimination, du rejet de l'un des deux éléments ; mais, pour lui, c'est dans la division du noyau que réside la séparation des deux éléments sexuels, et les globules polaires, aussi bien que les têtes des spermatozoïdes, sont des éléments mâles, parce qu'ils proviennent d'une division du noyau de la cellule.

De cette différence résulte naturellement une différence dans la conception du processus intime de la parthénogénèse, quoique la conception du processus général soit la même, c'est-à-dire réunion originelle dans la cellule de l'élément fécondant et de l'élément fécondé.

Quant à la formation de la sexualité mâle, Minot est, on le voit, hésitant et accuse un manque de matériaux suffisants pour conclure à l'élimination d'un élément femelle. Je crois avoir comblé cette lacune, car mes observations, portant sur l'étude de la spermatogénèse d'animaux pris dans tous les principaux groupes, m'ont permis de formuler la loi générale de cette histogénèse spéciale. La publication de Mémoires qui vont se succéder à bref délai donneront les résultats de mes recherches et apporteront des preuves à l'appui de mes vues.

Les vues de Minot, pour être plus nettement formulées que celles d'autres naturalistes, ne sont cependant pas des vues isolées, et l'on retrouve dans les conceptions émises spécialement sur le globule polaire une tendance à le considérer comme un élément, sinon de nature sexuée, du moins d'une nature telle que sa présence embarrassait ou neutralisait l'affinité sexuelle entre le nucléus de l'œuf et le spermatozoïde. De là à considérer le globule polaire comme un élément ayant quelque parenté avec l'élément mâle, il n'y a qu'un pas, et ce pas a été parfois presque franchi.

Bütschli a émis cette opinion que la signification physiologique principale des globules polaires consiste dans l'expulsion d'une partie de la vésicule germinative; Strasbürger, adoptant la même idée, dit que le nucléus se débarrasse lui-même de certaines parties et devient ainsi prêt pour la fécondation, qui est prochaine.

Balfour[1] dit en parlant des globules polaires : « Quel que puisse être le résultat d'investigations plus étendues, il est évident que la formation des cellules polaires suivant le type décrit plus haut est un fait très constant..... Deux questions relatives à ce phénomène se posent et demandent à être résolues : 1° Quelles sont les conditions de son occurrence par rapport à la fécondation ? 2° Quelle signification a-t-il dans le développement de l'œuf ou de l'embryon ? »

Quant à la première question, Balfour constate que la formation des globules polaires est indépendante de la fécondation et est l'acte final de l'accroissement normal de l'œuf.

« A la seconde des deux questions, ajoute Balfour, il ne semble malheureusement pas possible à présent de donner une réponse qui puisse être regardée comme satisfaisante. »

L'expulsion d'une partie de la vésicule germinative pour former les globules polaires a été comparée par Bütschli à l'expulsion d'une partie du noyau primitif des Infusoires pendant la conjugaison, comme prélude à la formation d'un nouveau noyau. « Cette comparaison, dit Balfour, ferait regarder la formation des globules polaires comme aidant d'une manière quelconque, bien qu'inconnue, le phénomène de la régénération de la vésicule germinative. Des vues analogues sont émises par Strasbürger et par Hertwig, qui considèrent la formation des globules polaires comme un phénomène d'excrétion ou de rejet de matériaux inutiles. *De telles hypothèses, malheureusement, ne nous conduisent pas très loin.*

---

[1] Balfour ; *Quarterly Journal of microscopical Science*, avril 1878. Cet article a été reproduit textuellement dans le Traité d'Embryologie du même Auteur, et j'emprunte ce passage à l'excellente traduction que nous en a donnée le regretté H.-A Robin.

» Je suggérerais que, dans la formation des globules polaires, une portion des parties constituantes de la vésicule germinative, indispensable pour qu'elle fonctionne comme un *noyau complet et indépendant*, est rejetée pour faire place à l'accès des parties nécessaires qui lui seraient rendues par le *noyau spermatique*.

» Mon opinion implique qu'après la formation des cellules polaires, ce qui reste de la vésicule germinative (pronucléus femelle) est incapable de se développer davantage sans l'addition de la *partie nucléaire* de l'élément mâle (spermatozoïde), et que, s'il ne se formait pas de globule polaire, la parthénogénèse pourrait normalement exister.

» Il est peut-être possible que la partie expulsée dans la formation des globules polaires ne soit pas absolument essentielle, et cela semble, à première vue, résulter du fait que la parthénogénèse est possible dans des formes où la fécondation a lieu normalement. »....

« A la suggestion déjà faite sur la fonction des cellules polaires, je me hasarderai à ajouter la suivante : *que la faculté de former des cellules polaires a été acquise par l'œuf dans le but exprès de prévenir la parthénogénèse*. »

....« On ne peut guère douter que l'œuf n'ait en puissance la faculté de se développer *par lui-même* en un nouvel individu, et par conséquent, si l'*absence* de différenciation sexuelle n'était pas très préjudiciable à la vigueur du produit, la parthénogénèse se présenterait sûrement d'une manière très constante ; et par analogie avec les dispositions qui chez les plantes préviennent l'autofécondation, nous devons nous attendre à trouver à la fois chez les animaux et chez les plantes quelque artifice qui empêche l'œuf de se développer par lui-même sans fécondation. Si mon hypothèse sur les cellules polaires est exacte, la formation de ces corps jouent ce rôle.

» Dans mon hypothèse, la possibilité de la parthénogénèse ou tout au moins sa fréquence chez les Arthropodes et les Rotifères, peut être due à l'absence de cellules polaires. »

On voit que Balfour, comme Minot, attribue au *globule polaire*,

en tant que *portion éliminée de la vésicule germinative*, le rôle d'élément fécondant, et qu'il le considère, à ce titre, comme correspondant au spermatozoïde. Pour Balfour, la signification sexuelle du globule polaire réside tout entière dans la portion de vésicule germinative qu'il renferme.

En me plaçant au point de vue de cette théorie, le globule polaire est *au fond* et *essentiellement* un élément *rejeté*. Mais je ferai remarquer que cette conception se concilie assez difficilement avec l'idée que le globule polaire est le simple résultat d'une division cellulaire. Or Balfour, comme Minot, considère le rejet de l'élément fécondant comme essentiellement produit par la division cellulaire, ce qui fait jouer au processus de karyokinèse un rôle qui me semble assez étranger à celui qu'il joue dans les autres circonstances biologiques.

La kariokynèse fait des éléments de la cellule deux parts égales, dans lesquelles tous les éléments sont également représentés, et je ne sache pas que les phénomènes d'excrétion, d'expulsion de substances nuisibles ou inutiles empruntent dans l'économie animale la forme de la division cellulaire. Or on n'a le droit d'invoquer l'assistance de processus exceptionnels que lorsque les processus généraux paraissent impuissants pour l'explication d'un phénomène. Aussi, pour concevoir d'une manière rationnelle la segmentation inégale et la formation des globules polaires, qui n'en est qu'un cas particulier, aussi, dis-je, faut il qu'au processus *ordinaire et général* de karyokinèse s'ajoute accidentellement un processus *ordinaire et général* d'une tout autre nature, et susceptible, dans certains cas, d'agir d'une manière tout à fait indépendante de la karyokinèse.

Ce processus, qui n'a rien d'exceptionnel et d'étonnant, consiste dans des contractions du sarcode, dans des efforts d'expulsion qui s'adressent, d'après moi, non pas aux éléments du noyau, mais à la zone de protoplasme qui entoure celui-ci et qui représente l'élément fécondant. Aussi les divisions inégales s'observent-elles non point dans les cellules composantes des tissus d'où les phénomènes de polarisation sexuelle sont absents, mais dans les

premières segmentations de l'œuf (globules polaires et sphères de segmentation), c'est-à-dire dans des cellules où les différenciations sexuelles ne se sont pas encore effacées.

Sans revenir sur ce que j'ai longuement développé dans ce Mémoire, je me borne à faire remarquer combien les obscurités et les indécisions des idées de Balfour peuvent être facilement dissipées par les données que mes idées introduisent dans le problème,

Balbiani a émis sur la formation des éléments sexuels une théorie ingénieuse que je ne puis passer sous silence. Elle offre en effet ceci de particulier qu'elle est l'inverse de celle que j'ai proposée. Pour le Professeur du Collège de France, tout élément sexué est toujours le produit de la copulation de deux éléments, l'un mâle primordial périphérique (*cellules épithéliales primitives*, ou cellules du follicule), et l'autre central femelle (*ovules primordiaux*).

La formation de l'élément mâle proprement dit, ou spermatozoïde, est le résultat de la fécondation de l'élément périphérique par l'élément central, qui s'atrophie et s'élimine ensuite. La formation de l'élément femelle, ou œuf, est le résultat de la fécondation de l'élément central, ou ovule primordial, par l'élément périphérique. Pour cela, une des cellules du follicule, ou élément mâle, forme un bourgeon, *androblaste* ou *cellule embryogène* ou élément mâle primordial, qui pénètre dans l'ovule femelle pour le féconder et donner naissance au germe.

« La cellule embryogène étant un élément mâle primordial, on comprend que, chez certains êtres et dans certains cas, son action ne se bornera pas à déterminer la formation du germe. Elle pourra suffire à déterminer d'une manière plus ou moins complète, soit seulement les premières phases du développement de l'œuf, soit même le développement tout entier, et produire un animal parfait, ce qui constitue la parthénogénèse [1]. »

Balbiani attribue donc la sexualisation des éléments sexuels à

---

[1] Balbiani ; *Leçons sur la Génération des Vertébrés*, 1879.

la réunion, à la copulation de deux éléments primordiaux dans lesquels le lecteur aura facilement reconnu les éléments *centrifuge* et *centripète*, que j'ai longuement étudiés dans le cours de ce Mémoire, et à la *séparation* desquels j'attribue la sexualisation des éléments reproducteurs.

On voit quelle est la distance qui sépare la théorie de Balbiani de la mienne. Toutefois il faut rendre à Balbiani cette justice, qu'il a lancé dans la science l'idée d'une *dualité* dans la constitution de l'élément sexuel, qu'il a fortement attiré l'attention sur l'importance et la constance des éléments figurés qui cheminent dans le vitellus (cellule embryogène, androblastes), et qu'il a par là même contribué à l'édification des théories qui ont été émises après la sienne.

Je dois ajouter que dans une publication récente[1] Balbiani vient de reconnaître qu'il s'était mépris sur le sens de la marche des éléments tels que cellules du follicule et vésicule embryogène, et que ces éléments sont d'origine centrale. Il les fait provenir en effet de la vésicule germinative. Mes observations sur les *Aranéides*, sur *Lithobius*, sur *Geophilus*, ne me permettent pas de douter qu'ils se forment au contraire au sein du vitellus sans participation visible de la vésicule germinative. Mais, ce point spécial mis de côté, on est autorisé à conclure qu'il n'est plus permis de soutenir la préfécondation de l'ovule par un élément venant du dehors. Dans la sexualisation des éléments, il ne peut être question d'une fusion de deux éléments étrangers l'un à l'autre ; c'est d'une séparation, d'une élimination qu'il s'agit en réalité.

Fol[2] a, de son côté, recherché quelle pouvait être la signification du globule polaire.

« Si nous cherchons, dit-il, à pénétrer plus avant dans la signification des corpuscules de rebut, nous devrons prendre garde de

---

[1] Balbiani ; Sur l'origine des cellules du follicule et du noyau vitellin de l'œuf chez les Géophiles. (*Zoolog. Anzeiger*, 1883.)

[2] H. Fol ; *Recherches sur la Fécondation*, 1879, pag. 245, 246.

confondre, comme on l'a fait, le point de vue physiologique avec le point de vue phylogénique. Il est clair en effet que la *fonction première* de ces sphérules peut *avoir été très différente de celle qu'ils remplissent actuellement.*

» Physiologiquement, les globules polaires sont le résultat de l'*expulsion de matières contenues dans le noyau de l'ovule.* Cela est si vrai que cette expulsion est générale et se produit même dans les cas exceptionnels où les sphérules de rebut fond défaut : tels sont les œufs des Amphibiens et des Sauropsides (Reptiles ou Oiseaux), d'après tout ce que rapportent les auteurs qui ont traité ce sujet jusqu'à ce jour, Cette expulsion est donc un fait général, mais un fait qui *demande lui-même à être expliqué.*

» Il semble, d'après toutes les observations que l'on a recueillies jusqu'à présent, que l'expulsion d'une partie du noyau de l'ovule soit une condition indispensable pour la fécondation interne, pour la soudure des pronucléus mâle et femelle. S'il en est ainsi, l'on est naturellement amené à se demander s'il n'y a pas *dans la vésicule germinative* des matières d'*affinités ou de polarités différentes.* La combinaison de ces matières donnerait un tout qui n'aurait aucune affinité, aucune attraction pour l'élément mâle. Nous avons vu en effet que les zoospermes ne marchent pas vers l'intérieur de l'ovule tant que la vésicule germinative reste intacte. Les substances éliminées sous forme de globules polaires devraient, dans cette hypothèse, avoir une polarité de même nom que celle du zoosperme, ou les mêmes affinités chimiques. On comprendrait dès lors comment il se fait que la présence d'un zoosperme dans le vitellus hâte la sortie des globules polaires. En revanche, la pénétration d'un zoosperme dans un globule polaire, fait qui a été vu une ou deux fois, resterait *inexplicable.* On pourrait aussi voir dans la grosseur de la vésicule germinative et dans son inactivité relative la cause de l'obstacle qu'elle semble opposer à la fécondation intime ; dans ce cas, les matières expulsées seraient la partie la plus passive de la vésicule, et le pronucléus femelle représenterait son principe actif. Il serait important de connaître la série des phénomènes qui servent de prélude au développement

d'un œuf par la parthénogénèse avant de se lancer dans des considérations générales auxquelles je ne puis attacher actuellement une grande importance. Ce n'est pas que le sujet ne soit du plus haut intérêt, mais nous n'avons pas encore de données suffisantes, et la discussion des hypothèses serait prématurée.

» Au point de vue phylogénique, nous sommes encore bien plus mal renseignés. Faut-il supposer que l'ovule se divisait, à l'origine, en deux parties égales, également susceptibles de se développer, puis que l'une de ces parties devint plus grosse et plus propre au développement, tandis que l'autre, se chargeant des matières superflues, se réduisit petit à petit à de petits corpuscules ? Cette supposition *expliquerait* comment cette expulsion emprunte encore les procédés de division cellulaire. »

Les idées de Fol, qui se rapprochent à un si haut degré de celles de Minot et de Balfour, méritent les mêmes objections. C'est dans l'obligation d'expulser une portion de la vésicule germinative que Fol trouve, comme les deux auteurs cités, la raison de la formation des globules polaires. Toutefois on voit que Fol s'est préoccupé de ce qu'il y avait de peu rationnel à faire d'un procédé de division cellulaire un processus d'expulsion et d'excrétion. Sa réponse à cette difficulté, semblable d'ailleurs à celle de Giard que j'ai citée dans le cours de ce travail, mérite les mêmes reproches que celle-ci. C'est une simple vue de l'esprit qui ne repose sur aucun fait et qui n'explique rien. Car il resterait toujours à dire quelle a été la cause des différences de volume, de composition et de signification physiologique des deux sphères. Or toute la question est là.

Quant à la pénétration d'un zoosperme dans un globule polaire, il n'y a rien d'*inexplicable* à ce qu'elle ait pu être observée dans un très petit nombre de cas. On peut, sans être téméraire, supposer la production, dans de très rares circonstances, d'un globule polaire dans lequel l'élément mâle n'est pas en proportion si considérable qu'il s'oppose absolument à la pénétration d'un zoosperme. On peut encore penser que dans les cas, qui ne sont pas rares, où le globule polaire s'est séparé précocement, il a eu le

temps de perdre sa polarité sexuelle avant l'arrivée des zoospermes. Et dans ce cas il n'y aurait rien d'impossible à ce qu'un zoosperme animé de mouvements rapides et saccadés pénétrât dans cette sphère protoplasmique inerte en voie de ramollissement et de désagrégation.

Nussbaum [1] a publié, en 1880, un important travail sur la différenciation des sexes dans le règne animal. Sa théorie de la sexualité se résume dans les propositions suivantes :

Les éléments sexuels mâles et femelles proviennent de cellules homologues d'une origine tout à fait spéciale et étrangère aux trois feuillets blastodermiques, qu'il désigne sous le nom de *cellules sexuelles* (*Geschlechtszellen*).

L'œuf est le résultat de la segmentation mûriforme (*maulbeerförmiger Kerntheilung*) du noyau d'une cellule sexuelle. Des noyaux multiples résultant de cette segmentation, l'un reste central et constitue la vésicule germinative ; les autres deviennent périphériques et forment les éléments du follicule.

Quant à la constitution de l'élément mâle, elle est due à une succession de segmentations mûriformes du noyau, succession dans laquelle la première segmentation donne naissance à des parties homologues à celles qui ont été produites pour l'ovogénèse (ovule et follicule). Mais les segmentations suivantes produisent des éléments nouveaux plus petits qui ne sont pas représentés dans l'œuf et qui aboutissent à la formation des spermatozoïdes.

Résumant ses vues à cet égard, Nussbaum s'exprime ainsi : « La différenciation sexuelle n'est pas la transmission de deux fonctions, préalablement réunies, à deux rejetons différents d'un rudiment originel [2] ; elle est plutôt la variation de cellules homologues pour le meilleur accomplissement de la conjugation.

---

[1] Nussbaum Moritz ; Zur Differenzirung des Geschlechts in Thierreich. (*Arch. für mikrosk. Anat.*, 1880.

[2] Ceci est une allusion à la théorie de Waldeyer, dont je dirai quelques mots plus loin.

L'œuf et le spermatozoïde sont produits par des développements différents de cellules d'égale valeur, et la première différence des sexes consiste simplement dans une division plus prononcée des cellules sexuelles mâles..... Ainsi se produit la transformation des éléments mâles et femelles : la cellule ovulaire reste passive, et la cellule séminale échange ses mouvements amœboïdes pour des mouvemements vibratiles. Ce n'est qu'avec une organisation bien plus élevée que se produit la différence dans la manière d'emmagasiner les éléments reproducteurs, les développements variés du tissu conjonctif dans les glandes sexuelles, le développement et les modifications des conduits excréteurs. Appendices, forme extérieure du corps, instinct, intelligence, varient également pour le meilleur accomplissement des fonctions qui, par suite des transformations des éléments reproducteurs, sont dévolues à l'*Homme* et à la *Femme*.»

« Dans la fécondation, dit encore Nussbaum, il n'y a pas réunion de deux éléments hétérogènes qui se complètent (*die einander ergänzen*) et qui forment ainsi un tout complet. Il y a plutôt rencontre de deux cellules homologues, dont l'une s'est transformée en une forme mobile pour rendre la conjugation possible, et dont l'autre est chargée de substances nutritives et est pourvue de dispositions protectrices.

»Dans l'acte fécondateur des animaux supérieurs, deux cellules homologues se réunissent, comme dans la conjugation de deux organismes inférieurs. »

La théorie de la sexualité de Nussbaum se fonde sur des faits dont les uns sont conformes à la vérité, et dont les autres constituent, à mon avis, des erreurs.

Nussbaum a eu raison de considérer comme homologues les cellules primordiales qui pouvaient donner naissance à l'un ou l'autre des éléments sexuels. Il a eu raison également de faire provenir les cellules du follicule de l'œuf des parties centrales de ce dernier et de les faire cheminer du centre vers la périphérie ; mais il a eu le tort de croire que les cellules du follicule avaient pour origine une division du noyau de l'ovule.

Nussbaum a remarqué, avec raison, que dans le processus de formation de l'élément mâle les divisions cellulaires se multipliaient plus que dans la formation de l'élément femelle ; mais il a eu le tort d'attribuer à ces divisions un mode et une signification qu'elles n'ont pas.

Nussbaum a méconnu la signification relative des éléments éliminés et des éléments centraux, la double polarité de l'élément cellulaire primitif et l'importance des éliminations pour la différenciation sexuelle de l'élément.

Il a eu le tort encore d'attribuer aux cellules sexuelles primitives une spécialité excessive et, pour ainsi dire, une différence absolue ou tout au moins très accentuée d'avec les autres cellules qui constituent l'ensemble des tissus.

Enfin, les idées de Nussbaum, en le conduisant à une conception erronée de la fécondation, l'ont conduit aussi à méconnaître la mesure des différences et des ressemblances qu'il y avait entre la fécondation et la conjugaison.

Si donc la théorie que j'analyse a mis en lumière quelques points intéressants, elle me paraît s'être portée dans une direction qui n'est point la bonne, et où les phénomènes si remarquables d'attraction, de répulsion, d'élimination, si répandus dans les phénomènes reproducteurs, ne trouvent en aucune manière une explication tant soit peu satisfaisante.

Je clos là l'examen historique que j'ai tenu à joindre à mon Mémoire. Ce n'est pas que d'autres que les Auteurs que je viens de citer ne se soient aussi préoccupés de la question de la nature et de l'origine des éléments sexués. Mais j'ai tenu à réunir ici seulement les théories dans lesquelles l'élément sexuel provenait d'une même source, d'une même origine, d'un même rudiment (simple ou double) et résultait de modifications ultérieures de ce rudiment. A ce titre, je me suis abstenu d'exposer les idées de Waldeyer[1], qui attribuent l'origine des deux éléments sexués,

---

[1] Waldeyer W.; *Eierstock und Ei.* Leipsig, 1870, pag. 159.

à deux blastèmes différents, quoique si étroitement unis l'un à l'autre dans les premières phases du développement embryonnaire, que nos moyens d'investigation ne peuvent les distinguer.

Je ne puis aussi que signaler en passant les idées émises par Semper [1] dans son travail sur le système urogénital des Plagiostomes, quoique cet auteur ait émis des idées remarquables, basées il est vrai sur des faits mal observés, relatifs à la formation de ce qu'il appelle les ampoules primitives du testicule des Sélaciens.

Considérant une ampoule mâle ou femelle comme constituée par une réunion de cellules de l'épithélium germinatif, dont l'une devient centrale et les autres périphériques (cellules du follicule), Semper s'exprime ainsi, pag. 392: « Ici, la cellule centrale devient un œuf et les cellules du follicule qui l'entourent lui servent de cellules nutritives (Ludwig) ; là, la cellule centrale est résorbée et entièrement consommée, et la formation des spermatozoïdes est exclusivement liée à la transformation de cellules de l'épithélium folliculaire. »

On voit que cette formule, qui exprime un fait vrai dans *sa généralité* seulement [1], est pourtant très imparfaite. Elle ignore le lien génétique qui relie la cellule mâle ou femelle et les cellules du follicule ; elle méconnaît les polarités dynamiques et le rôle (autre que celui d'élément nutritif) que ces deux éléments jouent vis-à-vis l'un de l'autre. Par là, l'essence même du processus de la sexualisation est ignoré, et aucune lumière n'est jetée sur les phénomènes de fécondation.

---

[1] Semper ; *Das Urogenitalsystem der Plagiostomen.* Würzburg, 1875.

[2] Je dois dire en effet que, pour ce qui a trait à la spermatogénèse, Semper a commis une méprise qui a été renouvelée par Balbiani, et que j'ai commise plus tard à mon tour dans l'appréciation des ampoules primitives. Il n'y a en réalité, dans ces jeunes ampoules ou ampoules primitives, ni cellule centrale ni cellules périphériques appelées à des destinées différentes, mais des cellules de même valeur à des degrés différents de développement. Ce n'est qu'ultérieurement que se développeront par voie endogène, dans le protoplasme de ces protospermoblastes, les deutospermoblastes, qui par multiplication formeront les spermatozoïdes. Mais les ampoules primitives ne sont que des nids d'ovules mâles. C'est ce que m'ont démontré de nouvelles recherches qui seront prochainement publiées.

Cette indépendance des deux éléments, depuis leur origine jusqu'à leur destinée ultérieure, sépare essentiellement cette théorie, soit de celle de Balbiani, qui suppose une préfécondation réciproque des deux éléments, soit de celle que j'ai moi-même développée.

Les éléments sexués de Semper sont distincts dès l'origine, et je n'avais pas ici à étudier plus longuement ses conceptions.

Ici se termine ma tâche. Je me suis appliqué à porter à la fois l'analyse et la synthèse dans l'étude des faits si complexes de la sexualisation.

On pourrait aborder encore bien des questions pleines d'intérêt, et examiner par exemple si les avantages et parfois même la nécessité de la fécondation croisée, que Darwin a si bien mis en relief, ne sont pas susceptibles de trouver une explication satisfaisante dans la théorie de la polarité sexuelle telle que je l'ai exposée. S'il n'est pas contestable que l'hermaphroditisme représente un terme de transition entre la parthénogénèse et l'unisexualité, on peut fermement présumer que tout individu hermaphrodite manifeste des tendances plus ou moins prononcées à la prédominance de l'une des deux sexualités. Il résulte de là, entre individus hermaphrodites, des degrés variés de développement et de polarisation sexuelle de l'un des éléments. Un individu porteur d'éléments femelles bien développés et bien polarisés sera moins favorisé quant aux éléments mâles, et *vice versâ* [1]. Si donc, comme les faits semblent l'établir, une certaine proportion de développement et de polarité entre les éléments sexuels est nécessaire pour qu'une fécondation se produise et soit suivie d'une segmentation utile, il est évident que les deux éléments sexuels puisés dans le même individu se trouveront dans des conditions très défavorables. Si c'est l'élément désintégrant qui l'emporte, l'œuf est exposé à une vraie désagrégation ; si c'est l'élément intégrant qui prédomine, il y a danger que la segmentation n'ait pas lieu ou s'arrête trop tôt. Mais par la fécon-

[1] C'est là ce qu'a fort bien établi Metschnikoff pour *Prostomum lineare*.

dation croisée, les chances se multiplient considérablement pour que des éléments d'égal développement et de polarités sexuelles équivalentes soient appelés à se rencontrer et à se combiner, de manière à produire une segmentation normale. Toutes les combinaisons ne seront pas heureuses et fertiles (et c'est ce qui se passe en effet dans la nature), mais un *bien plus grand nombre* pourront donner des résultats utiles et des descendants chez lesquels un équilibre convenable des influences dynamiques héréditaires assurera la vigueur et la force.

D'autres questions encore, telles que celles de l'hérédité de la *forme* des qualités vitales et même des qualités morales pourraient être examinées au point de vue de la théorie de la *polarisation sexuelle des éléments*. Je me réserve d'y revenir dans une future publication, et je m'arrête ici dans la discussion de ces questions pleines d'intérêt.

Qu'ai-je eu la prétention de faire en exposant les idées renfermées dans ce Mémoire? Ai-je prétendu trouver la formule adéquate des processus de la formation des sexes et de la fécondation? Non; je n'ai pas eu une visée si haute, et je suis loin de donner mes idées comme l'expression exacte de la réalité.

Poussé par les résultats de mes observations personnelles, j'ai été insensiblement conduit à trouver dans les phénomènes d'ovogénèse et de spermatogénèse des processus qui représentaient une sorte d'emboîtement; et de réflexions en réflexions, en comparant les observations des naturalistes les plus autorisés, j'ai essayé de trouver les lois qui semblent relier les principaux faits se rattachant à l'essence de la reproduction. Mon unique prétention a été de formuler une *hypothèse* capable d'embrasser ces faits et d'en permettre une explication rationnelle, *acceptable pour le présent*. C'est là d'ailleurs le seul but et la seule visée auxquels puisse prétendre tout Homme de science qui cherche des causes et des lois.

Le 21 mars 1884.

III. — TABLEAU STRATIGRAPHIQUE

des Terrains de la rive droite du Rhône Méridional.

III. — TABLEAU STRATIGRAPHIQUE des

TERRAINS ET ÉTAGES.		NOTATION.	NATURE DES DÉPÔTS.	PUISSANCE APPROXIMATIVE	PRINCIPAUX FOSSILES.
Déjections des ravins, éboulis sur les pentes.		D.	Cônes de déjections des ravins, éboulis, alluvions et lehm remaniés sur les pentes. Brèches calcaires de Nimes, Courbessac, etc.	»	»
TERRAIN QUATERNAIRE.	**Alluvions récentes. (Post-glaciaire.)**	Qa.	Alluvions fluviatiles récentes, sables, graviers, galets, limons déposés par les crues de l'époque actuelle.	»	Débris de la faune et de la flore actuelle.
	Glaciaire erratique.		Blocs anguleux de roches alpines et autres, épars dans les environs de Vienne.	»	»
	Alluvions quaternaires.	Qt.	Lehm plus ou moins terreux, gris, jaunâtre ou quelquefois rougeâtre, recouvrant les terrasses quaternaires.	Très variable, atteint quelquefois 5 à 6m.	Coquilles terrestres ne différant pas, ou ne différant que très peu des espèces actuellement vivantes.
			Gravier et sable gris formant des terrasses qui s'élèvent jusqu'à 35m au-dessus de l'étiage actuel. Cailloux non altérés, sauf quelquefois dans la couche superficielle. Couches de poudingue.	de 5m à 20m.	*Elephas primigenius.* *Bos primigenius.* *Rhinoceros tichorinus* *Cervus elaphus.* *Cervus dama.*

terrains de la rive droite du Rhône Méridional.

GISEMENTS ET AFFLEUREMENTS PRINCIPAUX.	MATÉRIAUX UTILISABLES.	OBSERVATIONS ET INDICATION DES DÉPÔTS CONTEMPORAINS.
Sol et environs de la ville de Nimes. Tranchées entre le Teil et Baix. Tranchée de Mauves, etc.	»	Les brèches calcaires qui bordent le pied des coteaux néocomiens des environs de Nimes (vulgairement *sistre*) ont commencé à se former à l'époque pliocène; elles ont continué à s'accroître pendant l'époque quaternaire, et sont encore en voie d'accroissement.
Plaines basses longeant les cours d'eau. Delta de la Camargue.	Terre végétale, sable et ballast.	Nous comprenons dans cette subdivision toutes les alluvions déposées depuis l'époque glaciaire. Il ne paraît pas possible de distinguer les alluvions de l'époque quaternaire post-glaciaire, dite de celles de l'époque actuelle.
Tranchée et emprunt de Sainte-Colombe (dans la couche superficielle).	Moellons.	Blocs et moraines glaciaires de la Bresse et du Dauphiné.
A la surface des terrasses quaternaires. Tranchée de Bransas, de l'Olivet, de Turzon, de Saint-Pierre-de-Bœuf, de Sarras, etc.	Terre végétale.	Le lehm de formation quaternaire est ordinairement gris. Les lehms jaunes et rouges quaternaires proviennent du remaniement des lehms pliocènes ou miocènes, ou encore du remaniement des marnes rouges éocènes.
Tranchées de Saint-Marcel, de Bransas, de Champ Rousset, de Viviers, et de Sainte-Colombe. Têtes Sud des souterrains d'Andance et de Saint-Pierre-de-Bœuf. Emprunts d'Orsan, de Saint-Jean-de-Muzols et de Chantèle.	Sable, gravier, ballast.	Les terrasses quaternaires s'élèvent jusqu'à 35^{m} au-dessus de l'étiage, hauteur maxima jusqu'à laquelle le lit du Rhône a été comblé par les graviers quaternaires. On rencontre ces graviers jusqu'à 6 à 7^{m} au-dessous des basses eaux et peut-être plus bas encore.

TERRAINS ET ÉTAGES.			NOTATION.	NATURE DES DÉPÔTS.	PUISSANCE APPROXIMATIVE	PRINCIPAUX FOSSILES.
TERRAIN TERTIAIRE.	PLIOCÈNE SUPÉRIEUR.	**Alluvions pliocènes.**	Pa.	Lehm argilo-sableux, jaune ou rouge, recouvrant les terrasses pliocènes, en partie décalcifié. Concrétions, poupées, aétites.	Très variable.	»
				Graviers et sables jaunâtres formant des terrasses qui s'élèvent jusqu'à 130m au-dessus de l'étiage, souvent cimentés en poudingue très résistant. Cailloux feldspathiques altérés. Couches noircies par le peroxyde de manganèse.	de 5m à 30m et plus.	Une dent d'*Elephas meridionalis* a été trouvée dans la tranchée de Fournès.
	PLIOCÈNE INFÉRIEUR.	**Sables Subapennins.**	Ps.	Sables marins ou saumâtres, fins, jaunâtres, micacés, quelquefois argileux. Concrétions de carbonate de chaux ou de sable agglutiné, couches d'argile, lits tourbeux, lignite, taches de manganèse.	Puissance variable 50 à 60m aux environs de Théziers.	*Mastodon brevirostris* *Potamides Basteroti.* *Ostrea undata.* *Auricula Serresi.*
		Marnes subapennines.	Pm.	Marnes marines, bleues ou grises argilo-sableuses, micacées, très homogènes avec parties sableuses près des rivages, passant quelquefois au grès tendre.	150m	*Cerithium vulgatum.* *Turritella subangulata.* *Nassa semistriata.* *Pecten comitatus.*
		Marnes à Congéries		Marnes argileuses, sableuses ou caillouteuses.	Couche mince souvent rudimentaire ou nulle.	*Congeria subcarinata* *Neritina micans.* *Melanopsis Matheroni.*

GISEMENTS ET AFFLEUREMENTS PRINCIPAUX.	MATÉRIAUX UTILISABLES.	OBSERVATIONS ET INDICATION DES DÉPÔTS CONTEMPORAINS.
Plaine de Nimes et en général sur les terrasses d'alluvions pliocènes.	Terre végétale, Terre à pisé, Terre à briques.	Les concrétions volumineuses dites *poupées* n'existent que dans les lehms très calcarifères qui sont rares sur la rive droite du Rhône.
Costière et plaine de Nimes. Plateau de Saze. Plaine de la Crau. Petite Crau de Saint-Rémy. Terrasses de Douzère, les Beaumes près Valence, le Bon-Repos près-Saint-Rambert, etc., etc.	Sable, gravier, ballast. Les galets sont utilisés pour le pavage et comme moëllons.	La couleur jaunâtre des a luvions pliocènes provient de la décomposition partielle des éléments altérables du sable par l'infiltration des eaux pluviales. L'altération des cailloux et du sable n'a pas lieu lorsque l'alluvion a été garantie de cette infiltration par une couche imperméable. Elle est moins prononcée dans les parties cimentées en poudingue et quand les eaux sont arrivées déjà chargées de carbonate de chaux.
Couches supérieures de la Costière, de Théziers, de Saint-Laurent-des Arbres, de Saint-Geniès, Le Camp d'Annibal près Lavoulte.	Sable. — Exploité comme sable de moulage à Lavoulte.	Sable à *Mastodon brevirostris* (*arvernensis*) du Dauphiné et de la Bresse. — Marnes à *Clausilia Terveri* de Hauterive (Drôme) et de la Bresse.
Toute la vallée du Rhône jusque près de Givors et les parties basses des vallées latérales sous les alluvions actuelles quaternaires et pliocènes.	Terre à briques exploitée par toutes les tuileries de la vallée.	La composition des marnes subapennines est telle qu'elles peuvent être employées pour la fabrication des tuiles et des briques sans mélange d'aucune autre terre, ni addition de sable, tout en donnant de très bons produits.
Haut-Théziers près du moulin à vent [1], Saint-Marcel, Saint-Montant[2], à la base des marnes subapennines.	»	[1] Gisemement signalé par MM. Marion et de Saporta. [2] Gisements signalés par M. Fontannes.

TERRAINS ET ÉTAGES.		NOTATION.	NATURE DES DÉPÔTS.	PUISSANCE APPROXIMATIVE	PRINCIPAUX FOSSILES.
TERRAIN TERTIAIRE MIOCÈNE.	**Alluvions supramollassiques.**	Ma.	Lehm rouge entièrement décalcifié, galets de quartzite, sable siliceux. Alluvions à cailloux entièrement décomposés.	»	»
	Basalte.	Mb.	Basalte noir, pyroxénique, et autres déjections volcaniques du plateau des Coirons.	200m	»
	Alluvions sous basaltiques.		Alluvions sous basaltiques et tuf volcanique inférieur du plateau des Coirons.	5 à 10m	*Hipparion gracile.* *Rhinoceros Schleiermacheri.* *Machaïrodus cultridens.*
	Mollasse.	Ms.	Mollasse grossière, tendre, sableuse, passant dans le haut au calcaire gréseux.	80m	*Ostrea crassissima.*
		Mm.	Marne argilo-sableuse bleue ou grise, avec couches calcaires intercalées.	100m	Dents de Squales. *Pecten Tournali.* *Pholadomya alpina.*
		Mc.	Calcaire tendre, souvent marneux, blanchâtre ou jaunâtre, formé de débris de coquilles.	40m	*Halitherium Beaumontii.* *Carcharodon megalodon.* *Pecten præscabriusculus.*
			Conglomérat marneux avec cailloux siliceux, verts à la surface.	0,40	»

GISEMENTS ET AFFLEUREMENTS PRINCIPAUX.	MATÉRIAUX UTILISABLES.	OBSERVATIONS ET INDICATIONS DES DÉPÔTS CONTEMPORAINS.
Plateaux d'Uzès, de Saint-Remèze, du Pouzin, de Sainte-Colombe, colline de Crussol.	Les galets de quartzite sont utilisés pour le pavage et comme moellons.	Lehm et conglomérat du plateau de Chambaran (puissance 30m), poudingues à cailloux impressionnés et autres dépôts d'alluvion recouvrant la mollasse sur les hauts plateaux du Dauphiné.
Plateau des Coirons.	Moëllons, pavés, macadam.	»
Saint-Jean le Centenier. Aubignas. Chenavari.	Sable et gravier.	Limon rouge de Cucuron. Sables à Hipparions et à *Dinotherium*, du Dauphiné. *Id.* à *Nassa michaudi.*
Sernhac (Carrières Romaines.)	Pierre de taille et moellons.	Mollasse supérieure de Sommières. Mollasse exploitée à Castillon (Pont du Gard), à Uzès, etc.
Grande tranchée de Sernhac.	»	»
Aramon. Sauveterre.	Pierre de taille et moellons.	Calcaire coquillier de Beaucaire, Saint-Paul-Trois-Châteaux, etc.
Tranchées près d'Aramon.	»	Ce conglomérat à cailloux verts est très constant à la base de la mollasse.

TERRAINS ET ÉTAGES.			NOTATION.	NATURE DES DÉPÔTS.	PUISSANCE APPROXIMATIVE	PRINCIPAUX FOSSILES.
TERRAIN TERTIAIRE. **ÉOCÈNE.** **(LACUSTRE.)**			Ep.	Marnes jaunes ou rougeâtres et poudingues à cailloux impressionnés et à silex pyromaque.	400m	»
				Marnes jaunes et vertes de la Croix de l'Alauze (près le Teil) avec conglomérat à gros blocs.	25m	»
			El.	Sables jaunâtres blancs ou gris avec marne bitumineuse et couches de lignite exploitables (rognons de fer carbonaté dans les marnes.)	»	Débris de coquilles lacustres.
			Es.	Sables blancs et rouges, couches d'argile plastique du Teil. Fentes et cavités à argile ferrugineuse des calcaires jurassiques et néocomiens (?)	30m	»
TERRAIN CRÉTACÉ SUPÉRIEUR.	Étage Turonien.	Calcaire à Hippurites.	Th.	Calcaire jaune ou blanc gréseux, assez compacte dans les bancs supérieurs, devenant bleu et marneux dans la partie inférieure ; nombreux rognons de silex diversement colorés.	150m	*Hippurites cornuvaccinum.* *Sphærulites mamillaris.* *Sphærulites Sauvagesii.* Nombreux foraminifères. Empreintes de végétaux.
		Sables à *Ostrea Mornasiensis.*	Ts.	Sables fins, siliceux, blancs ou jaunâtres à lits obliques, avec couches d'argile réfractaire, et quelques petites couches de lignite.	100m	*Ostrea Mornasiensis.* *Nerinea Requienana.* (Fossiles très rares.)
		Calcaire à *Ostrea Columba.*	Tm	Calcaire jaune, compacte, gréseux, avec bancs de grès siliceux intercalés, devenant gris et marneux dans les bancs inférieurs. Quelques couches de marne tourbeuse intercalées.	180m	*Ammon. peramplus.* *Caprina Aguilloni.* *Trigonia scabra.* *Cucullæa Matheroniana.* *Ostrea columba.* *Inoceramus.*

GISEMENTS ET AFFLEUREMENTS PRINCIPAUX.	MATÉRIAUX UTILISABLES.	OBSERVATIONS ET INDICATION DES DÉPÔTS CONTEMPORAINS.
Pentes du Chenavari près Rochemaure, Meysse. Charmes.	Silex pour pierres à briquet.	Dépôts lacustres de la Provence et du Gard à *Palæotherium*. Ce dépôt est également très puissant sur la rive gauche du Rhône. Il forme le plateau de Mouljoger, Aiguebelle, etc., et se termine par des couches calcaires à Planorbes.
Croix de l'Alauze. Les Fontaines près Rochemaure.	»	
Traversé en remblai par le chemin de fer entre les kil. 708 et 710.	Lignite. (Le gîte est épuisé).	Le petit dépôt lacustre de Vénéjan s'est formé dans une dépression des calcaires à Hippurites. E. Dumas le place dans l'éocène inférieur, de même que le dépôt analogue de Piolenc sur la rive gauche du Rhône, où il n'a trouvé que des coquilles lacustres. D'autres géologues considèrent ces dépôts comme crétacés.
Ravins d'Aiguebelle et du mas Pinet, près Mélas. Tranchée des Issards, kil. 749.	Argile réfractaire pour briques et poterie.	*Terrain sidérolithique.* Sables bariolés de Saint-Nazaire, de Valaurie, de Clansayes (Drôme.)
Tranchées de Derbèze. Tranchées et souterrain de Pradas, kil. 708.	Pierre de taille (Carrières de Saint-Gervais près Bagnols).	Au-dessus des calcaires à *Sphærulites mamillaris*, M. Toucas a trouvé, entre Saint-Nazaire et Bagnols, des couches à *Cerithium Toucasi*, *Sphærulites Coquandi*, etc., qu'il rapporte à l'étage sénonien.
Versants de la Cèze sous le calcaire à Hippurites. Saint-Pancrace près Pont-Saint-Esprit.	Argile réfractaire. Sable pour les verreries.	*Grès de Mornas.*
Tranchée de la montée de France, près Bagnols. Base de la colline de Saint-Pancrace près Pont-Saint-Esprit.	Moellons et pierre de taille (Carrières de Saint-Pancrace).	*Grès d'Uchaud.*

TERRAINS ET ÉTAGES.			NOTATION.	NATURE DES DÉPÔTS.	PUISSANCE APPROXIMATIVE	PRINCIPAUX FOSSILES.
TERRAIN CRÉTACÉ MOYEN.	Étage cénomanien.	Couches à lignite. (Paulétien É. Dumas.)	Cl.	Alternance de sables jaunes, de marnes et de calcaires gréseux, gris ou jaunes, et de marnes noirâtres bitumineuses avec couches de lignites.	120m	*Turritella Coquandiana.* *Turritella Faujasi.* *Cerithium Matheroni* *Unio Lombardi.* *Helix.*
		Grès et sables ferrugineux (Tavien É. Dumas.)	Cs.	Grès jaunes ou rouges, ferrugineux, tantôt sableux, tantôt durcis par un ciment siliceux et passant au quartzite (grès lustrés) le plus souvent sans fossiles.	100m	*Belemnites ultimus.* *Espiater distinctus.* *Orbitolites concava.*
		Calcaires à *Orbitolina Concava.*	Cm.	Calcaires gris, sablonneux, très durs, alternant avec des marnes grisâtres glauconieuses.	150m	*Orbitolites concava.* *Ostrea plicatula.* *Ammonites Mantelli.* *Trigonia sulcatoria.* *Cardium hillanum.* *Ostrea conica.*
	Étage albien.	Grès et sables du Gault.	G.	Grès à grains fins glauconieux, friable à ciment calcaire avec couches de sable blanc.	80m	»
				Sable verdâtre glauconieux avec couches et parties irrégulières de grès tendre.		*Ammon. Brottianus.* *Discoïdea decorata.* Nombreuses tiges de fucoïdes.
				Calcaires jaunâtres, gréseux glauconieux confusément stratifiés.		*Orbitolina lenticulata.* *Discoïdea decorata.*
	Étage aptien.	Marnes à *Belemnites semicanaliculatus.*	Am.	Marne argilo-sableuse, bleu foncé, schistoïde, coupée par des couches régulièrement espacées de calcaire marno-sableux.	60m	*Belemnites semicanaliculatus.* *Amm. Martini.* *id. gargasensis.* *id. Dufrenoyi.*
		Calcaires marneux à *Ammonites Stobieckii.*	Ac.	Calcaire grisâtre ou jaunâtre marno-gréseux glauconieux en bancs irréguliers de 0m30 à 0m40. Intercalations de bancs plus ou moins épais de marne bleue à diverses hauteurs.	»	*Nautilus plicatus.* *Amm. Stobieckii.* *id. consobrinus.* *Corbis corrugata.* *Ostrea aquila.*

GISEMENTS ET AFFLEUREMENTS PRINCIPAUX.	MATÉRIAUX UTILISABLES.	OBSERVATIONS ET INDICATION DES DÉPÔTS CONTEMPORAINS.
Orsan. Saint-Alexandre. Le Banc Rouge.	Lignite.	»
Saint-Antoine, La Blache près le Pont-Saint-Esprit le Banc Rouge.	»	Les fossiles sont très rares dans cette zone gréseuse. Ceux indiqués ci-contre ont été trouvés par M. Toucas au quartier de Lablache près Pont-Saint-Esprit.
Mêmes localités. Tranchée de Bransas.	Moellons bruts.	»
Couloubre près le Teil.	Moellons bruts.	»
Bransas, Ravin de Bon Vin, La Roussette, Le Teil.		
Bransas, Coussignac. Viviers (exploitation de nodules phosphatés).	*Id.*	
Bransas, Vinsas, Coussignac près Bourg-Saint-Andéol, Le Teil, La Croix de l'Alauze.	»	»
Tranchées de Vinsas. Bourg-Saint-Andéol, La Violette près le Teil.	»	»

TERRAINS ET ÉTAGES.		NOTATION.	NATURE DES DÉPÔTS.	PUISSANCE APPROXIMATIVE	PRINCIPAUX FOSSILES.
TERRAIN CRÉTACÉ INFÉRIEUR. — URGONIEN (Néocomien supérieur).	Calcaire à *Chama ammonia.*	Ud.	Calcaire rocheux, par gros bancs, tantôt blanc et cristallin, tantôt crayeux et oolithique, tantôt jaunâtre et subcristallin; cassure fragmentaire; rognons siliceux.	300m	*Chama ammonia.* *Caprotina Lonsdalii.* *Nerinea gigantea.* *Rhynconella Renauxiana.* Nombreux polypiers Lumachelles.
	Marnes et calcaires à *Echinospatagus argilaceus.*	Ub.	Marnes grises, sableuses et calcaires compactes ou marneux, suboolithiques, noduleux à cassure conchoïdale raboteuse.	250m	*Nautilus plicatus.* *Ammonites difficilis* *Echinospatagus argilaceus.* *Ostrea aquila.* *Nemausina neocomiensis.*
	Calcaire à silex et à lumachelles.	Uc'.	Calcaires blonds, rocheux, ou blanchâtres et subcristallins, un peu crayeux et suboolithiques, souvent remplis de rognons siliceux; cassure fragmentaire; stratification confuse; bancs d'épaisseur très variable.	200m	*Nautilus plicatus.* *Amm. recticostatus.* *Crioceras Emerici.* *Nemausina neocomiensis.* Lumachelles.
	Calcaires à *Ancyloceras* et *Ammonites recticostatus.*	Uc.	Calcaires marneux et siliceux, bleuâtres, jaunissant à l'air, tantôt à très gros bancs, tantôt en couches plus minces, séparées par des lits marneux devenant plus compactes à la partie supérieure; cassure lisse largement conchoïdale.	150m	*Nautilus plicatus.* *Amm. recticostatus.* — *Matheroni,* *Ancyloceras Matheronianus.* *Ostrea macroptera.* *Nemausina neocomiensis.*

GISEMENTS ET AFFLEUREMENTS PRINCIPAUX.	MATÉRIAUX UTILISABLES.	OBSERVATIONS ET INDICATIONS DES DÉPÔTS CONTEMPORAINS.
Plateau au-dessus de abrières, Lédenon, Reoulins, Bourg-Saint-Anéol, Saint-Montant. Défilé de Donzère. Souterrain de Viviers.	Moellons bruts. Pierre de taille tendre dans les bancs crayeux.	**Donzérien.**
Barutel près Nîmes, abrières, Lédenon, Les ssards, Saint-Victor-la-oste, Saint-Remèze, Larıs, Tavel.	Pierre de taille (carrières de Barutel et de Saint-Victor-la-Coste). Chaux hydraulique de Saint-Victor-la-Coste.	**Barutélien.**
La Fontaine, le Mont-Duplan près Nîmes. Tranchées entre Aramon et Pont d'Avignon. Rocher des Doms. Couches supérieures de Lafarge. Rochemaure. Meysse.	Moellons bruts. — Chaux grasse ou légèrement hydraulique.	**Cruasien.**
Carrières dites Roquemaillères près Nîmes. Carrières de Saint-Thomé. — de Cruas. Couches à chaux hydraulique de Lafarge, Saint-Alban, Meysse, Cruas, l'Homme d'Armes.	Pierre de taille et chaux hydraulique.	

TERRAINS ET ÉTAGES.		NOTATION.	NATURE DES DÉPÔTS.	PUISSANCE APPROXIMATIVE	PRINCIPAUX FOSSILES.
TERRAIN CRÉT. INFÉR.—NÉOCOM. INFÉR.	Calcaires et marnes à *Ammonites radialus.*	Nh.	Longue série de marnes grises, solides, noduleuses, en couches régulières de 0,20 à 0,30, passant au calcaire marneux, alternant avec des marnes schistoïdes.	250m	*Amm. clypeiformis* — *radiatus.* — *astierianus.* — *cryptoceras.* *Echinospatagus cordiformis.* *Ostrea Couloni.*
	Marnes à *Belemnites latus.*	N m.	Marnes bleues devenant grises à l'air, argileuses, avec quelques bancs solides intercalés dans la partie supérieure	200m	*Belemnites latus.* *Amm. semisulcatus* — *grasianus.* — *astierianus.* — *neocomiensis*
	Calcaires sublithographiq. à *Ammonites occitanicus.*	Nb.	Calcaires bleuâtres ou gris clair, sublithographiques à cassure lisse et plane, assez compacte dans les bancs inférieurs devenant marneux et alternant avec des marnes jaunâtres dans la partie supérieure. Nombreux nodules pyriteux.	20 à 30m	*Belemnites latus.* *Amm. occitaniens* — *Malbosi.* — *grasianus.* — *Calisto.* — *semisulcatus* — *elimatus.* *Terebrat. dyphioïdes* — *Janitor.*
OOLITHE SUPÉRIEURE.	Calcaires massifs et ruiniformes à *Ammonites transitorius.*	Js.	Calcaires massifs, très compactes, gris-foncé ou jaunâtres, mouchetés, en gros bancs serrés dans la partie inférieure, quelquefois en bancs minces, marneux et bréchoïdes dans la partie supérieure (Le Pouzin). Cassure inégale, grumeleuse ou fragmentaire. Rognons siliceux, cavernes et fentes verticales remplies d'argile ferrugineuse sidérolithique.	100m	*Belemn. semisulcatus* *Amm. transitorius.* — *senex.* — *contiguus.* — *quadrisulcat* — *elimatus.* — *Richteri.* — *hybonotus.* — *longispinus.* *Aptychus.* *Terebratula Janitor*
	Zone des *Ammonites tenuilobatus* et *polyplocus.*	Jp.	Calcaires compactes, gris jaunâtres, bleuâtres ou blanchâtres, quelquefois mouchetés de taches ocreuses, en bancs épais et serrés dans le haut, en bancs minces séparés par des lits de marne grise dans le bas. Cassure lisse subconchoïdale.	120m	*Amm. tenuilobatus.* — *polyplocus.* — *flexuosus.* — *longispinus.* — *acanthicus.* *Terebratula subsella* — *pinguis*

GISEMENTS ET AFFLEUREMENTS PRINCIPAUX.	MATÉRIAUX UTILISABLES.	OBSERVATIONS ET INDICATIONS DES DÉPÔTS CONTEMPORAINS.
Collines du Rhône entre Cruas et Baix.	Moellons bruts dans les bancs les plus compactes.	**Hauterivien.**
Coteaux entre Baix et la rivière de Payre.	»	
Au hameau de Brune près Baix. Collines au-dessus de la gare du Pouzin.	Moellons smillés et piqués dans les bancs les plus compactes.	Couches infra-néocomiennes de Berrias et autres localités. Étage probablement contemporain du **Purbeckien** et du **Valangien.**
Carrière des Anges au Pouzin. Rocher en mouvement du Pouzin. Couches rocheuses supérieures de la colline de Crussol et de Châteaubourg	Exploité comme pierre de taille (excellente) au Pouzin, Vogüé, Ruoms, et comme marbre à Chomérac	Cette zone est équivalente à l'étage portlandien du bassin Anglo-Français. Elle passe latéralement au calcaire blanc à *Terebratula moravica, Diceras Lucii* et *Cidaris glandifera.* Elle correspond en partie à l'étage tithonique inférieur des géologues allemands.
Partie moyenne des pentes encaissant l'Ouvèze derrière le Pouzin. Couches calcaires moyennes de Crussol. Grandes carrières du sommet de la colline, revers Ouest.	Pierre de taille de Crussol.	Équivalent de l'étage kimméridien du bassin Anglo-Français.

TERRAINS ET ÉTAGES.		NOTATION.	NATURE DES DÉPÔTS.	PUISSANCE APPROXIMATIVE	PRINCIPAUX FOSSILES.
OOLITHE MOYENNE.	Zone de l'*Ammonites bimammatus*.	Oc.	Calcaires compactes, gris foncé, à cassure lisse, largement conchoïdale, par bancs réguliers de 0m20 à 0m40 et plus.	50m	*Amm. bimammatus* — *arolicus*. — *callicerus*. — *rhodanicus*.
	Zone de l'*Ammonites transversarius*.	Om.	Calcaires marneux ou marnes solides, noduleuses, en bancs réguliers, alternant avec des marnes argileuses schistoïdes.	40m	*Belemnites hastatus*. *Amm. arolicus*. — *tortisulcatus*. — *plicatilis*.
	Zone des *Ammonites cordatus et Lamberti*.		Marnes grisâtres, argileuses, schistoïdes, avec couches de calcaire marneux intercalées.	70m	*Belemnites hastatus* *Amm. cordatus*. — *Lamberti*. — *anceps*.
	Zone de l'*Ammonites macrocephalus*.		Marnes schisteuses, noirâtres, avec nombreuses Posidomies.	5m	*Amm. macrocephalu* — *Backeriæ*. *Posidonomya Bron gniarti*.
OOLITHE INFÉRIEURE.		I.	Mince couche ferrugineuse.	0m10	*Amm. tripartitus*. — *subdiscus*. — *arbutisgerus*. — *aspidioïdes*. — *Parkinsoni*.
			Calcaire gris ou bleu foncé, dur et siliceux, en bancs réguliers, remplis de fucoïdes dans la partie supérieure.	10m	
			Grès calcaire sublamellaire.	0m40	*Pentacrinus bajo censis*.
LIAS SUPÉRIEUR.		L.	Grès grossier.	0m65	*Belemnites bipartitu* *Amm. bifrons*. — *serpentinus*.

GISEMENTS ET AFFLEUREMENTS PRINCIPAUX.	MATÉRIAUX UTILISABLES.	OBSERVATIONS ET INDICATION DES DÉPÔTS CONTEMPORAINS.
avoulte. Partie moyenne de la colline de Crussol. arrière à l'extrémité Sud.	Pierre de taille.	Équivalent de l'**étage corallien** de d'Orbigny **(Coral-rag).**
Mines de Lavoulte. Colline de Crussol, vers l'extrémité Sud.	Pierre à chaux hydraulique.	
Lavoulte et Soyons.	»	**Étage oxfordien.**
Mines de Lavoulte. Ravin d'Enfer près Soyons.	Minerai de fer.	
Ravin d'Enfer près Soyons.	Moëllons piqués, Marches d'escalier.	L'oolithe inférieure et le Lias, qui ne sont ici que rudimentaires, prennent un développement considérable en s'écartant du Rhône dans la direction de Privas et d'Aubenas.
Id.	»	
Id.	»	

TERRAINS ET ÉTAGES.		NOTATION.	NATURE DES DÉPÔTS.	PUISSANCE APPROXIMATIVE	PRINCIPAUX FOSSILES.
INFRA-LIAS.		F.	Calcaires marneux jaunâtres en petits bancs, avec couches de marne grise intercalées.	15m	*Pecten Thiollierci.* *Lima valoniensis.* *Pholadomya prima.*
			Calcaires compactes très durs, gris foncé, magnésiens avec couches marneuses et gréseuses intercalées.	25m	Lumachelles à *Ostrea sublamellosa.*
TRIAS.	**Keuper.**	Tr.	Grès jaunâtres calcarifères assez résistants.	80m	»
	Muschelkalk.		Marnes noirâtres ou bleuâtres par couches minces alternant avec des calcaires marneux, jaunâtres, magnésiens, très pyriteuses à Soyons.		
	Grès bigarrés.		Grès jaunâtres à grain assez fin siliceux et passant à l'arkose dans la partie inférieure.		
TERRAIN HOUILLER.		H.	Grès tantôt à gros grain, tantôt à grain fin, avec schistes noirs à empreintes végétales, ou verdâtres et coupés de bancs de grès quartzeux et caillouteux.	»	»
TER. CRIST. AZOIQUE	**Schisteux.**	ss	Schistes à séricite (talc-schistes).	»	»
		sm.	Micaschiste.		
		lp.	Leptynite.		
		gns.	Gneiss schisteux.		
		gnc.	— chloriteux.		
	Granitoïde.	pr.	Protogine.	»	»
		gnp.	Gneiss porphyroïde.		
		gns.	— granulitique.		
		gp.	Granite porphyroïde.		

GISEMENTS ET AFFLEUREMENTS PRINCIPAUX.	MATÉRIAUX UTILISABLES.	OBSERVATIONS ET INDICATIONS DES DÉPÔTS CONTEMPORAINS.
Châteaubourg.	»	»
Id.		
Soyons.	Un gîte important de pyrite de fer est exploité à Soyons dans les marnes de l'étage moyen.	»
Porte Serpaize à Vienne, Montrond près Givors, Communay.	Houille. — Exploitée à Communay.	Prolongement des couches du bassin houiller de Saint-Etienne.
Lavoulte, Givors. De Vienne à Givors. Vienne. Sarras, Chasse. Saint-Cyr, Vienne, Sainte-Colombe.	Moellons bruts.	Roches éruptives traversant le terrain cristallin : gr. granite. gp. granite porphyroïde. gl. granulite. pg. pegmatite.
Saint-Pierre de Bœuf. De Tournon à Andance. d'Andance à Ampins. De Saint-Péray à Tournon	Moellons bruts.	

PRIX TEMPIÉ.

Un de nos Concitoyens vient de faire don à la Faculté des Sciences de Montpellier d'une somme de 10,000 francs ; elle devra être employée à la fondation d'un prix annuel à décerner au candidat à la licence ès sciences naturelles qui aura satisfait le mieux aux épreuves de l'examen.

Nous ne saurions trop applaudir à un pareil acte de libéralité, aussi honorable pour son auteur que flatteur pour la Faculté, et précieux pour les jeunes générations qui en sont les objets.

Nous faisons des vœux pour qu'une aussi généreuse initiative trouve des imitateurs.

Le nouveau prix fondé recevra naturellement l'appellation de Prix Tempié.

STATION ZOOLOGIQUE DE CETTE.

Une amélioration notable vient de se produire dans l'installation de la Station zoologique de Cette. Les laboratoires, devenus insuffisants, ont été transportés dans les belles constructions que vient de faire la ville de Cette pour les écoles de la Bordigue. Grâce à la bienveillance de l'Administration municipale, des locaux suffisants viennent d'être affectés aux laboratoires de la Station. Ceux-ci se composent, par suite, d'une grande salle, très bien éclairée, pouvant recevoir vingt travailleurs environ, et qui constitue le laboratoire des élèves, et d'une salle de moindres dimensions qui sert de laboratoire spécial pour le Directeur de la Station et pour les Savants étrangers qui voudront mettre à profit nos richesses zoologiques. En outre, les aquarium ont pu être établis dans des pièces annexes commodément installées. Le matériel a été accru, et les objets indispensables pour l'étude se trouvent aujourd'hui sous la main des travailleurs. Néanmoins bien des améliorations sont encore désirables ; elles seront successivement effetuées. La bibliothèque en particulier va appeler l'attention du Directeur.

Déjà quelques livres de laboratoire sont réunis, mais le nombre demande à en être accru.

Le but à atteindre à cet égard est de former une collection aussi com-

plète que possible des travaux faits sur la faune méditerranéenne. Le voisinage des bibliothèques de Montpellier dispensera de l'achat des traités généraux et des périodiques ; mais il importe que le travailleur ait sous la main, pendant qu'il étudie la nature, les renseignements qui ont trait directement au sujet dont il s'occupe. Il y sera pourvu dans un bref délai.

L'installation du laboratoire dans le local des écoles primaires a eu une heureuse conséquence pour ces dernières. Un vaste local a été disposé à côté du laboratoire pour recevoir une centaine d'enfants de ces écoles, et tous les samedis le Directeur de la Station ou un de ses aides y fait aux élèves des classes supérieures une courte conférence d'Histoire naturelle. Ainsi se donnent la main l'enseignement supérieur et l'enseignement primaire. Nous espérons que nul ne s'en plaindra.

L'Éditeur-Gérant : CHARLES BOEHM.

Montpellier. — Typogr. et Lithogr. BOEHM et FILS.

MÉMOIRES ORIGINAUX.

ÉTUDE

DE

L'ORGANE DU VOL CHEZ LES HYMÉNOPTÈRES

Par le Dr AMANS.

On a divisé les Hyménoptères en deux groupes bien distincts : les *Térébrants* et les *Porte-Aiguillons*. Les noms de ces groupes sont basés sur une différence anatomique dont je n'ai pas à me préoccuper ici ; seulement cette différence est accompagnée de modifications intéressant l'organe du vol. L'abdomen est sessile chez les Térébrants, pédiculé chez les Porte-Aiguillons ; corrélativement, la musculature et le squelette sont très différents d'un groupe à l'autre. Il était donc nécessaire, pour avoir une idée assez complète de l'organe du vol chez les Hyménoptères, de chercher dans l'un et l'autre groupe ses sujets de dissection.

Je débute par un Térébrant, par le *Sirex gigas* ; il nous servira de terme de comparaison et de transition entre les Orthoptères et les Porte-Aiguillons.

I. — Organe du vol chez le Sirex gigas.

Considérations générales. — Jetons un premier coup d'œil d'ensemble sur la (*c fig.* 1) face dorsale, par exemple. Le pronotum se projette comme une section de lentille à myope, et le mésonotum s'y emboîte comme un tonneau sur son support. Ce pronotum s'appuie par ses angles postérieurs sur la base des ailes antérieures, tout comme chez les Sauterelles ; mais une différence frappante consiste dans la prédominance du mésonotum sur le métanotum ; corrélativement, l'aile antérieure est beaucoup plus développée en surface que l'aile postérieure. Celle-ci

s'insère *plus bas* que l'aile antérieure, son bord antérieur est replié en dessus, dentelé, et forme une sorte de gouttière dans laquelle glisse le bord postérieur de l'aile antérieure. Les deux ailes sont donc réunies dans le vol et leurs mouvements sont solidaires.

L'ensemble des deux ailes ainsi réunies et vues dans le maximum de relèvement offre assez bien l'aspect du schéma alaire tracé par Borelli, et semble au premier abord donner raison à sa théorie, théorie d'après laquelle le volatile s'enfoncerait dans l'air comme un coin. Si on remarque en outre que la surface alaire semble entièrement plane, on est bien tenté de conclure dans le sens de cette théorie, et d'adopter ainsi les idées de Marey. Mais chez le Sirex, comme chez l'Æschna, cet aspect est trompeur.

Abaissons l'aile ; à mesure que son bord antérieur se porte en avant et en bas, on voit la base de l'aile former un dièdre ; le plan antérieur se porte en dedans, le plan postérieur en dehors. Un voile membraneux s'insère sur la base des nervures postérieures et assure ainsi la continuité du gouffre axillaire ; ce plan postérieur replié, inappréciable au repos, se développe et s'étend de plus en plus à mesure que l'aile s'abaisse.

Si dans ce Mémoire, comme dans les précédents, j'insiste tant sur la géométrie de la base de l'aile, sur son importance au point de vue du vol, c'est que personne n'y a attaché d'importance avant moi. Chabrier, Saussure, citent et mentionnent simplement l'élargissement de la portion postérieure de la base de l'aile. Chabrier écrit[1] : « Chez plusieurs espèces, l'espace qui sépare l'aile supérieure de l'aile inférieure près de leurs bases est occupé dans le vol par une membrane adhérente au côté postérieur de l'aile supérieure. Les élytres de quelques Coléoptères, Orthoptères, et Hémiptères offrent aussi en arrière un appendice membraneux propre à augmenter l'étendue de leur base. » C'est, dans la bouche de Chabrier, un détail anatomique sans importance, manquant de généralité ; il est vrai que cet appendice membraneux

---

[1] *Mémoires du Muséum d'Histoire naturelle*, tom. VIII, pag. 77.

n'est qu'une partie du plan postérieur. Cet appendice membraneux peut être plus ou moins développé, peut même manquer (Agrion), mais sans que jamais l'existence du dièdre basilaire soit compromise.

Chabrier a cependant manié de main de maître les osselets basilaires, les insertions de l'ongulaire et du claviculaire ne lui ont pas échappé; tous les détails de forme, de limites sont bien analysés, mais les axes de rotation de ces osselets, les positions respectives de ces axes, ne l'ont nullement frappé. Aussi n'en est-il nullement question dans sa physiologie du vol. Qu'en résulte-t-il ? C'est que sa description physiologique pourrait tout aussi bien s'appliquer à une aile tournant autour d'un seul axe oblique ; de là à être rangé parmi les partisans du coin alaire, il n'y a qu'un pas ; c'est du reste le rang que lui assigne Petitgrew, et c'est dommage de voir un si bon anatomiste de la base de l'aile en compagnie de physiologistes qui l'ont totalement négligée.

En 1868, Saussure [1] écrit à propos des Blattaires : « Presque tous les insectes qui au repos ramènent les organes du vol sur le dos, suivant une direction parallèle à l'axe du corps, offrent à la base des élytres et des ailes un petit champ membraneux qui se glisse et se renverse en dessous de l'organe. » Il distingue plus loin, dans l'aile des Orthoptères, une partie antérieure et une partie postérieure, celle qui comprend les nombreuses nervures de l'arcade postérieure ; mais cette distinction n'a pour lui d'autre but que de favoriser le plissement ; elle porte du reste simplement sur la structure et non sur les relations géométriques.

Dans un travail plus récent [2], R. de Lendenfeld a fait une analyse très minutieuse, très complète de la base de l'aile chez les Libellulides ; il tient compte, lui, des diverses pièces chitineuses basilaires dans sa description physiologique du vol. Je ne le sui-

---

[1] *Annales des Sciences naturelles*, Ve série, X, pag. 161.

[2] *Der Flug der Libellen, aus dem*, LXXXIII B. *der Sitzb. der K. Akad. der Wissensch.* Wien.

vrai pas pour le moment dans tous ses développements ; je remarquerai seulement qu'il ne donne pas une très grande importance à l'existence du plan postérieur [1]. Après avoir justement fait observer que les ailes des Vertébrés sont toujours plus larges à la base que dans n'importe quelle autre partie, il place au contraire chez les Invertébrés le maximum de largeur dans les parties centrifuges. Tout en faisant la règle de cette disposition, il est obligé d'ajouter que, chez les insectes à quatre ailes, cette règle ne s'applique qu'à l'aile antérieure ; elle est aussi en défaut chez tous les insectes qui planent (Libellulides, Acridiens). J'ajouterai de mon côté qu'elle est en défaut chez la majorité des Diptères et des Hyménoptères ; en un mot, je dirai que la règle mise incidemment en avant par de Lendelfeld est au contraire l'exception. Loin d'assimiler l'aile à un moteur rétréci à la base, élargi vers le milieu ou dans les parties centrifuges, je schématiserai plus volontiers l'ensemble des deux ailes (de l'aile antérieure et postérieure réunies) par une surface gauche triangulaire, à base centripète.

R. de Lendelfeld cite plus loin l'expérience de Petitgrew, d'après laquelle l'insecte continue à voler, malgré la section du bord postérieur. Mais, comme je l'ai antérieurement démontré, cette expérience n'est plus juste si on détruit l'angle dièdre de la base. L'insecte continuera à voler tant que vous ne couperez que des bords postérieurs centrifuges de l'aile ; il cessera de voler si vous excisez les nervures sous-médiane et postérieure dans leurs parties centripètes, c'est-à-dire avant d'arriver à leurs extrémités basilaires.

Ce dièdre sert donc plus qu'à planer, puisque, sans lui, le vol est supprimé.

M. de Lendelfeld a disséqué un animal qui semblerait donner tort à ma théorie, l'Agrion. Ces ailes de l'Agrion sont étroites à la base, larges dans les parties centrifuges ; cette disproportion

---

[1] Il va même, dans son épure du 8 de chiffre (Tabel VII), jusqu'à figurer la base de l'aile par une simple ligne droite.

n'est qu'apparente. Dans l'abaissement de l'aile, toute cette partie élargie, centrifuge, flotte en arrière et en haut, cédant mécaniquement à la résistance de l'air. La partie vraiment agissante et résistante de l'aile se réduit à un triangle biplane, à sommet centrifuge.

Cette loi est aussi vraie pour l'ensemble des deux ailes que pour une aile unique ; elle est aussi rigoureusement exacte pour chacun des deux couples alaires, lorsqu'ils sont physiologiquement indépendants (Libellulides), que pour leur ensemble si leurs mouvements sont solidaires (Orthoptères, Hyménoptères. Abaissons par exemple l'ensemble des deux ailes chez les Sirex. On voit le bord postérieur de l'aile antérieure glisser dans la gouttière dentelée de l'aile postérieure, en allant de la base vers l'extrémité, et pendant ce temps les membranes basilaires se développent ; en d'autres termes, mon triangle s'effile par le sommet centrifuge, pendant que la base se développe en son maximum de surface.

ANATOMIE DES AILES.

Surface de l'aile antérieure. — Il y a beaucoup moins de nervures, et le réticulum est bien moins riche que celui des ailes d'Orthoptères. Néanmoins les nervures principales existent et sont entièrement comparables à celles des Orthoptères.

La nervure *pro-antérieure* n'est, comme chez les Orthoptères, bien nette qu'au niveau de l'humérus ; elle se réduit à une tige mobile, articulée à ses deux extrémités, d'un côté avec la nervure antérieure, de l'autre avec la conque pectorale (*pa fig.* 4, 5, 6).

La nervure *antérieure* (*a fig.* 4, 5, 6), qui forme le bord antérieur proprement dit, se termine à la base sur une pièce θ soudée d'un côté aux nervures antérieure et médiane, entre lesquelles elle s'enfonce comme un coin ; elle s'articule d'autre part avec une tubérosité médiane ε et avec les osselets basilaires. Elle s'articule en avant avec le dorsum, par l'intermédiaire d'un osselet β ; cette

dernière articulation étant assez lâche, la base de la pièce θ peut tourner autour de sa partie postérieure.

La nervure *sous-antérieure* (*sa*) n'apparaît bien distincte qu'un peu au-dessus du niveau de l'humérus, à un quart environ de la longueur comprise entre la base de l'aile et le ptéropstigma. Si dans ce quart inférieur on fait des sections perpendiculaires au plan antérieur de l'aile, on voit très nettement distinctes les sections des nervures antérieures et sous-antérieures. La nervure sous-antérieure se termine à la base par un prolongement qui pivote sur la tête antérieure de l'appui des ailes (*sa fig.* 5). Ce prolongement est donc situé au-dessous du prolongement terminal θ de la nervure antérieure; il lui est en outre soudé, et leurs mouvements sont solidaires. Ces prolongements forment, avec la direction des nervures correspondantes, un angle de 30° environ.

On observe la même inflexion des nervures antérieures dans leurs parties humérales chez les Pseudo-Neuroptères et les Orthoptères.

La nervure *médiane* est fondue avec la nervure antérieure vers l'extrémité de l'aile, dans tout le 1/5 centrifuge. Puis vient le ptéropstigma, épaississement chitineux formé par l'accollement des nervures médiane et antérieure. La nervure médiane en sort sans solution de continuité, tandis que la nervure antérieure est articulée avec cet épaississement. Cette articulation facilite la torsion du bord antérieur de l'aile. La nervure médiane continue son chemin, s'écartant de plus en plus de la nervure antérieure. Elle se termine à peu près de la même facon que chez les Orthoptères, c'est-à-dire qu'elle n'arrive pas directement au tergum. Elle se termine en pointe sur la masse humérale formée par les racines des nervures antérieures. Ce genre d'articulation lui permet de se replier en arrière, en entraînant avec elle la masse humérale; ce mode de mouvement est assez complexe et ne peut guère s'expliquer qu'ultérieurement, après l'étude des autres pièces du squelette.

Le plan postérieur de l'aile présente trois nervures, moins fortes que celles du plan antérieur et en direction divergente à partir de la base.

La première est la nervure *sous-médiane* (*sm*). Elle se termine en bas par une tubérosité (ε) qui s'articule d'une part avec l'humérus (θ) et l'intermédiaire (λ), de l'autre avec l'arcade (*p*) de la nervure postérieure. Cette dernière articulation est très lâche, grâce à un petit osselet (*r*). Cet osselet facilite le repliement, en pliant la tubérosité sous-médiane sur l'arcade postérieure.

La *nervure postérieure* (*p*) se termine en bas par une arcade (*n*), articulée avec l'osselet terminal (*t*) de façon à compléter le plissement de l'aile. Il part de cette arcade une nervure secondaire (*p*), qui se dirige en ondulant vers le bord postérieur de l'aile. Elle va y former le repli qui glisse dans la gouttière dentelée de l'aile postérieure. Un voile membraneux (*h*) s'attache à la partie ondulée de cette nervure, ainsi qu'à tout le long du bord postérieur de l'osselet terminal, de façon à remplir tout l'espace qui sépare la base des deux ailes. Ce voile est flasque à l'état de repos, mais il se développe au fur et à mesure que l'aile antérieure entraîne en avant l'aile postérieure.

Surface de l'aile postérieure. — La surface est beaucoup plus petite, les cellules chitineuses moins nombreuses, le voile membraneux envisage davantage en haut et en avant. L'humérus est moins compliqué , car on n'y voit aboutir qu'une seule nervure antérieure, au lieu de deux comme en avant. Elle se termine par une bifurcation dont les deux branches sont réunies par une membrane rigide de chitine ; la branche antérieure pivote dans le golfe antérieur ; la branche postérieure s'articule, d'une part avec un osselet du mésonotum (l'analogue de β), et de l'autre avec la tête de l'appui. Cette dernière articulation avait lieu dans l'aile antérieure au moyen du prolongement de la nervure sous-antérieure, qui ici n'existe pas. Mais, de même que dans l'aile antérieure le prolongement de la nervure médiane est soudé à celui de la nervure antérieure, il va mourir en pointe sur le bord postérieur de la branche postérieure de bifurcation.

Ces divers prolongements constituent la portion antérieure de l'humérus ; la portion postérieure est formée par des pièces analogues à celles de l'aile antérieure et destinées à plisser l'aile.

ANATOMIE DU SQUELETTE DE LA CAGE THORACIQUE.

Prothorax. — On y distingue deux parties : une partie antéro-inférieure (*e fig.* 1), grêle, donnant attache à la tête et aux pattes antérieures, et une partie postéro-supérieure (*c*), beaucoup plus large, le *Collier*, en forme de capote de voiture. On peut y distinguer trois faces : 1° Une face antérieure donnant attache au moyen de membranes molles au pédicule de la tête ; 2° Une face supérieure, à surface convexe, à bords transversaux concaves, à bords longitudinaux convexes ; en somme, une vraie section de lentille divergente ; le mésonotum glisse sous son bord postérieur ; 3° Une face latérale, qui se dirige en bas, en dedans et en avant ; elle forme une sorte de coin jetée entre le pro et le mésopleuron (*c fig.* 5). Son bord postérieur limite en avant le golfe antérieur d'évolution. Ces trois faces, en se réunissant, forment de chaque côté une saillie triédrique (*a fig.* 5), dont l'intérieur est garni de muscles. Cette saillie a en outre, par ses rapports avec l'humérus, un rôle spécial dans le vol ; nous y reviendrons. Remarquons encore que l'articulation du collier avec le mésonotum est très serrée ; l'axe de cette articulation est transversal horizontal et permet de faire basculer une partie de la saillie en avant et l'autre en arrière, ou inversement, suivant l'action du Grand Dorsal.

Mésonotum. — C'est la partie la plus considérable du dorsum, soit par son volume, soit par ses fonctions. Comme chez les Pseudo-Névroptères et les Orthoptères, il affecte la forme d'un dôme (*d fig.* 1) à bosse médiane postérieure (N), à flancs postérieurs excavés ; mais cette bosse dépasse de beaucoup en arrière le niveau d'insertion de l'aile inférieure, qui se trouve ainsi intimement liée à tous les mouvements du mésonotum. Ainsi apparaît chez le Sirex cette tendance du mésonotum à absorber les fonctions du métanotum, tendance qui aboutira chez les Porte-Aiguillons à une absorption presque complète.

La bosse cordiforme médio-postérieure (N) est séparée de la

partie antérieure du dôme par un sillon transversal qui se bifurque latéralement. La branche antérieure de cette bifurcation aboutit au niveau de l'humérus de l'aile antérieure ; on remarque en arrière et parallèlement à sa terminaison une fente en V (*v fig.* 1) ; la branche postérieure se termine dans la dépression tergale (K), au niveau de l'humérus de l'aile postérieure. Ce dernier niveau est plus bas que le premier, par rapport à l'axe longitudinal du thorax ; il est aussi un peu plus en dehors de cet axe. Nous avons déjà observé la même relation entre les points d'insertion des ailes chez les Demoiselles et les Sauterelles. Je dois dire cependant que si, chez l'Æschna, l'aile postérieure est manifestement plus écartée de l'axe longitudinal du corps, cet écartement n'est, chez les Orthoptères et le Sirex, bien évident que pour le plan postérieur de l'aile. Chez l'Acridium et le Sirex, l'humérus de l'aile postérieure est plus rapproché de la ligne médiane du tergum que l'humérus de l'aile antérieure ; ce fait est encore plus frappant chez les Porte-Aiguillons.

Le dôme glisse en avant sous le collier et se termine au-dessous, c'est-à-dire dans la cage, par une palette angulaire simple, analogue de la palette double des Orthoptères (P *fig.* 2). Restons dans la cage : à l'extrémité opposée, nous voyons une palette double (P *fig.* 2) qui appartient au mésonotum, et non au métanotum, comme chez les Orthoptères. En avant de cette palette, on voit deux crêtes (*a*) correspondant justement aux branches postérieures du sillon bifurqué que nous avons décrites plus haut.

Le point de rencontre de cette crête avec la base de la palette est un point assez important. C'est à ce niveau qu'a lieu en arrière la relation du mésonotum avec l'humérus de l'aile postérieure, et en avant l'articulation avec le mésopleuron. Cette articulation se fait au moyen d'une lame triangulaire (R *fig.* 2, 4), donnant attache en avant au ligament de la nervure postérieure. C'est l'analogue du ressort postérieur de l'Æschna. Cette lame peut tourner légèrement sur ses côtés entre le mésonotum et le mésopleuron ; ceux-ci se joignent en arrière, et le mésopleuron se termine en dedans par une apophyse pointue (π *fig.* 2, 3).

Partout ailleurs, le tergum et les flancs sont séparés par les pièces de la base de l'aile.

La géométrie des bords latéraux du mésonotum est la même que celle des Libellules et des Orthoptères, c'est-à-dire qu'entre le ressort postérieur et la palette ils forment une ligne brisée, allant de bas en haut, en avant et en dedans jusqu'au niveau de l'articulation de l'humérus (coude tergal), puis de haut en bas et en dedans à partir de ce coude.

Métanotum. — Le métanotum (*m fig.* 1), quatre ou cinq fois moins volumineux que le mésonotum, est réuni assez fermement à celui-ci. Il est très rétréci au milieu, où on remarque une dépression pour loger la pointe cordiforme du mésonotum, dans le maximum d'extension. De chaque côté de la dépression, on remarque deux éminences ovales formées par une membrane tendre de chitine (granula de Hartig, cenchri de Thomson). On remarque encore en arrière du coude tergal une fente en V (V′ *fig.* 1, 2), et plus en arrière une pièce flexible pariéto-dorsale (analogue de R), qui donne attache au ligament de la nervure postérieure. Cette pièce peut être considérée comme l'extrémité basculaire du *post-métanotum* ; celui-ci consiste dans cette crête tranversale (Q *fig.* 2) qui termine en dedans les bords postérieurs du métanotum. Le post-métanotum s'attache d'une part au premier segment dorsal abdominal, de l'autre au métapleuron.

Il en résulte la formation d'un anneau complet, rigide, sur lequel le métanotum tourne à peu près de la même façon que chez les Orthoptères, c'est-à-dire autour d'un axe oblique, à la naissance du ressort postérieur. Cette rotation est importante si on veut se rendre compte des mouvements du plan postérieur de l'aile.

Pleuron. — Il est formé de quatre pièces, deux au mésopleuron, deux au métapleuron. Le mésopleuron est beaucoup plus volumineux que le métapleuron, comme on devait s'y attendre; mais leurs relations générales sont les mêmes : courbure dans le haut pour former les appuis des ailes, courbure dans le bas pour former ceux des pattes.

Le segment antérieur du mésopleuron, de beaucoup le plus volumineux, est séparé du prothorax par des membranes molles. En se réunissant au-dessous avec son symétrique, il forme le mésosternum. Le segment postérieur ne descend pas si bas; il s'écarte en bas du segment antérieur du métapleuron et forme ainsi le côté antérieur d'un angle où s'emboîte le sommet externe du cercle des pattes.

Les deux segments du métapleuron forment, par leurs adossements, un sillon en dehors (S*m fig.* 5), une crête en dedans (S*m fig.* 3), et dans le haut l'appui des ailes. Cet appui apparaît comme toujours sous la forme d'un cap entouré de ses deux golfes (*ga*, *gp*, *fig.* 6); l'aile s'attache au cap et se meut dans les golfes.

Le bord antérieur de l'appui donne insertion et sert d'axe en même temps à une pièce triangulaire (T *fig.* 0, 2, 5, 6) pouvant se fléchir de dehors en dedans autour de ce bord antérieur. C'est sur cette pièce que s'attache la face antérieure de l'humérus. Nous avons déjà vu cette surface flexible chez les Orthoptères; nous savons aussi que c'est l'analogue de la plate-forme des Libellules.

Le segment postérieur limite le golfe postérieur, borde le ressort postérieur et se termine, comme nous l'avons vu plus haut, par une apophyse interne pointue (π).

Le *métapleuron* est plus petit, mais semblable au mésopleuron. Son segment postérieur ne se termine pas par une apophyse; il n'est pas non plus si infléchi supérieurement, ni si rapproché de la ligne médiane; nous avons déjà vu qu'il se réunit en arrière au post-mésonotum et au premier segment dorsal de l'abdomen.

Sternum. — Pénétrons dans la cage; examinons le plancher sternal. Il est divisé longitudinalement par une cloison qui supporte (S*t fig.* 3) deux paires d'apophyses (X) (X′). Cette cloison est formée par l'adossement des segments antérieurs du mésopleuron. Les apophyses antérieures (X) ont une forme triangu-

laire; leurs angles antérieurs se soudent et ont un prolongement commun. De la base de cette apophyse part en arrière une tige (*q*) qui vient se placer entre les cornes antérieures des apophyses postérieures. Chacune de celles-ci présente une corne antérieure et une corne postérieure.

Des ligaments réunissent ces cornes aux crêtes médio-mésopleurales et médio-métapleurales. Leur tête est moins massive que celle des apophyses antérieures, où l'on peut distinguer une corne postéro-externe et une corne antéro-interne.

Le mésosternum est divisé transversalement en deux par une crête (*Ct fig.* 7) allant de la base de l'apophyse antérieure à la pointe inférieure du segment postérieur mésopleural. Le cercle fémoral tourne sur le côté postérieur de ce segment; il tourne en dedans autour d'un point situé à la base de l'apophyse mésosternale. Il est en outre à demi fermé par une opercule (J *fig.* 3) qui s'étend sur toute son extrémité externe et sert de parapet à son bord postérieur. Le deuxième cercle fémoral, celui du métasternum, a une structure semblable; seulement son axe de rotation est oblique sur celui du premier, avec lequel il fait un angle ouvert en dehors. On remarque aussi sur le plancher une nouvelle crête transversale (*ct' fig.* 7).

L'abdomen tourne sur le métasternum par l'intermédiaire de membranes molles. C'est le seul endroit où l'abdomen a un peu de jeu, car dans le haut nous avons vu que sa suspension était très serrée.

Base de l'aile antérieure. — C'est, pour toute espèce d'ailes, la partie la plus importante et la plus épineuse.

L'aile repose, comme nous l'avons déjà vu, sur l'appui des ailes et roule de haut en bas, de dehors en dedans, d'arrière en avant, pendant l'abaissement, et inversement dans le relèvement. Il y a, pour faciliter ce roulement, deux espaces pleuro-dorsaux : le golfe antérieur en avant de l'appui, le golfe postérieur en arrière.

Le golfe antérieur est formé par une membrane molle, renfor-

cée par trois écailles. L'écaille supérieure (B) est en partie masquée par la pointe postérieure du collier ; elle sert d'attache entre l'humérus et le dorsum.

Entre le golfe antérieur et le golfe postérieur se trouve l'humérus, et puis vient une série d'osselets. Pour en avoir une idée nette, il ne suffit pas de les dessiner en place ; il est bon de les disséquer un à un. Ce genre de microtomie demande de ces tours de main spéciaux, que chacun doit se créer suivant les cas.

Le premier osselet qu'on remarque entre la base de l'aile et le dorsum est un osselet (S *fig.* 4) en forme d'S, le *Sigmoïde* ; la partie antérieure, grêle, recourbée en dehors, est suspendue au bord postérieur de l'humérus ; elle est encore du même côté, mais plus en arrière, articulée avec l'intermédiaire. La partie postérieure, beaucoup plus grosse, massive, s'attache au dorsum en regard de la fente en V. C'est sur elle que roule le plan postérieur de l'aile. Cet osselet est l'analogue du sigmoïde des Bourdons ; on peut donc lui laisser le nom de Sigmoïde.

En dehors et en arrière du sigmoïde, se trouve l'osselet *Intermédiaire* (λ) ; il s'articule : en avant, avec la pointe du sigmoïde, l'humérus (θ), et la tubérosité sous-médiane (ε) ; en dedans, avec la partie renflée du sigmoïde ; en dehors, avec une membrane molle ; en dessous, avec le bord supérieur de l'omoplate (*fig.* 6) ; en arrière, avec l'osselet terminal (*fig.* 5 et 6).

Cet osselet ne figure pas dans le travail de Chabrier ; il est vrai qu'il ne se trouve pas chez les Bourdons, et que Chabrier a eu le tort d'appliquer à tous les Hyménoptères ce qu'il n'avait bien observé que chez les Bourdons. Je m'abstiens autant que possible de compliquer la nomenclature en mettant des noms nouveaux ; cette fois-ci cependant, je me suis vu obligé de baptiser un osselet dont je ne vois nulle part la description. J'avais un moment songé à le comparer à l'équerre des Bourdons ; mais la forme et surtout les rapports sont si différents que, pour éviter toute confusion, je lui ai donné le nom d'Intermédiaire.

En arrière de l'Intermédiaire et intimement soudé avec lui, se

trouve le *Terminal*. Il s'articule en haut et en dehors avec l'arcade des nervures postérieures (*p*); en bas et en dedans, avec la pièce R, et voici comment : il se dirige d'abord en dehors, en bas, dans le golfe postérieur ; il fait ensuite un coude, et arrive sur la pièce R en haut et en dedans au moyen d'un long ligament (*l*).

L'*omoplate* (O *fig.* g) est un osselet allongé qui s'articule sur la face postérieure de la tête de l'appui. Cette face ne présente pas de cavité articulaire ; c'est plutôt une sorte de gondole. La tête articulaire de l'omoplate est plus grosse que la queue ; elle forme deux saillies, une externe inférieure qui pénètre dans la gondole, l'autre interne supérieure qui s'accole à l'osselet intermédiaire. La courbure antérieure du sigmoïde regarde en haut et en dehors ; si donc une force la pousse dans cette direction, elle entraînera le roulement de l'Intermédiaire et, par suite, de l'omoplate sur son articulation. L'Intermédiaire entraînera l'osselet terminal, celui-ci agira à son tour sur l'arcade de la nervure postérieure et portera le plan postérieur de l'aile en avant. Ce dernier mouvement n'est possible que si l'arcade est elle-même tirée en avant ; sinon elle se replierait sur l'osselet terminal, comme elle le fait au repos. Mais l'arcade est elle-même tirée en avant par la tubérosité sous-médiane (ε) (*n*), tendue elle-même, par le repliement de l'humérus en avant. Ce repliement a lieu par une poussée de la tête du sigmoïde et par des muscles spéciaux.

Le plan postérieur de l'aile ne peut donc se porter en avant que par la traction de l'humérus et la poussée du sigmoïde, de même qu'il est tiré en arrière par l'élasticité du ligament de l'osselet terminal et la réaction de la pièce T. Tous ces mouvements sont assez compliqués ; il est nécessaire, pour en avoir une bonne idée, de compléter l'étude du squelette par celle des muscles.

Base de l'aile postérieure. — Le golfe antérieur présente aussi trois écailles ; les deux inférieures sont très serrées ; elles sépa-

rent le mésopleuron du métapleuron. L'écaille supérieure s'attache au bord antéro-interne de l'humérus et se fixe dans une encoignure formée par le coude postérieur du mésonotum et le bord antérieur latéral du métanotum. Ce bord antérieur constitue le coude tergal du métanotum ; c'est sur ce coude que s'attache la pointe du sigmoïde, en avant de la fente en V.

La pointe du sigmoïde roule sur la partie postérieure renflée du sigmoïde. En effet, la chitine qui forme le sigmoïde est plus molle au niveau de la partie médiane, de manière à pouvoir distinguer deux parties très légèrement mobiles l'une sur l'autre ; même fait chez les Xylocopes.

La tubérosité sous-médiane n'existe pas dans l'aile postérieure. Mais ses fonctions, ainsi que celles de l'osselet qui suit la tubérosité, sont tenues par deux plans de chitine pouvant se plier l'un sur l'autre. La ligne qui sert de charnière va de la fin de la nervure médiane à l'extrémité externe de l'osselet terminal. Même ligne et mêmes rapports dans l'aile postérieure des Orthoptères.

L'analogie avec les Orthoptères se poursuit dans la structure de la base du plan postérieur. On peut y distinguer : 1° une partie postérieure, l'analogue de l'arcade des Orthoptères, en solution de continuité avec le ligament, 2° une partie interne, pédiculée sur la postérieure, massive en avant, analogue au tampon ; 3° une partie externe, soudée à la queue de l'omoplate (Intermédiaire).

En somme, la base de l'aile est semblable dans les deux segments, et elle est de plus comparable, presque pièce par pièce, avec celle des Orthoptères. Une différence caractéristique consiste dans la soudure complète du sigmoïde avec sa propre partie antérieure et avec l'omoplate ; il en résulte la formation de ce que j'ai appelé la lame quadrilatère (carré de Saussure). Cette soudure rend le vol plus automatique ; elle explique le vol direct des Orthoptères, la difficulté que ces insectes éprouvent pour se tourner, pour voltiger, pour modifier la direction primitivement donnée par le coup de pattes postérieures.

MUSCLES DU VOL DE L'AILE ANTÉRIEURE.

En allant de dedans en dehors, on trouve :

Grand Dorsal. — C'est un muscle longitudinal volumineux, allant de la double palette postérieure à la palette antérieure triangulaire. Il est abaisseur de l'aile.

On trouve dans le sinus correspondant à la bosse médio-postérieure une paire de petits muscles courts et grêles, allant de la base des palettes postérieures au bord antérieur du sinus. Chacun d'eux est un complémentaire du Grand Dorsal.

Sternali-Dorsaux. — Ce sont des muscles obliques parallèles aux sillons d'appui. Le faisceau antérieur s'insère en haut sur la partie antérieure du bord latéral du dôme, sur une zone allant de la naissance de la palette antérieure à la marge antérieure de la fente. Nous savons qu'à cette zone s'attachent l'écaille supérieure et la pointe du sigmoïde. Il s'insère en bas à la base de la crête médio-sternale.

Le faisceau postérieur s'insère en haut sur la partie postérieure du bord latéral, depuis la fente en V jusqu'à une petite distance du second coude mésodorsal ; en bas, aux pieds de l'apophyse mésosternale.

Pectoro-Dorsal. — En arrière de l'insertion supérieure du faisceau postérieur, justement dans l'espace qui la sépare du second coude mésodorsal, s'insère un muscle court, qui en bas s'insère à l'apophyse supérieure (U) du mésopleuron. Son action isolée serait de pousser en dehors, en bas et en arrière le second coude mésodorsal, c'est-à-dire l'humérus de l'aile postérieure, dans une direction opposée, en dedans, en haut et en avant.

Pectoro-Axillaires. — Ce sont deux muscles qui agissent directement sur la base de l'aile, car chacun d'eux s'y insère au moyen d'une cupule munie de son tendon. La cupule du Premier *Pectoral* (M *fig.* 3) a son tendon fixé entre l'écaille supérieure et celle de l'appui. Cette cupule est très large, et le

muscle correspondant très volumineux ; sa largeur est, comme celle du premier Sternali-Dorsal, liée à celle du premier segment mésopleural. Il s'insère en bas en dehors des fibres du Premier Sternali-Dorsal.

La cupule (M) du Second Pectoral est plus petite et fixée au coude du ligament postérieur, dans le golfe postérieur. L'insertion inférieure a lieu sur le parapet (J) du premier cercle fémoral.

Le Premier Pectoral attire le petit levier du plan antérieur en bas, en arrière et en dehors ; par conséquent, le plan antérieur se porte en haut, en avant et en dedans. La résultante de cette action et du Grand Dorsal produit un abaissement avec rotation, c'est-à-dire une pronation. Le Premier Pectoral combiné au Premier Sternali-Dorsal porte le plan antérieur de l'aile en haut, en dedans et en avant.

La pronation du bord antérieur de l'aile est plus spécialement atteinte par la combinaison du Pectoral et d'un petit muscle, le *tenseur de l'écaille*, qui s'insère en haut sur l'écaille, en bas sur le segment antérieur du mésopleuron.

Le *Second Pectoral* attire le ligament postérieur en bas et en arrière ; l'omoplate se porte dans la même direction, et le plan postérieur se replie. Le Second Sternali-Dorsal porte ce repliement plus ou moins en dedans, suivant qu'il est plus ou moins contracté ; le Grand Dorsal le porterait au contraire en dehors.

On voit qu'il est possible de concevoir les actions isolées et combinées de ces divers moteurs. L'anatomie seule ne me permet pas de représenter toutes les combinaisons effectuées par l'insecte qui vole, mais elle me donne la clef des principales. En voici par exemple une série très rationnelle.

Déplissement. — L'anatomie nous a montré que la base de l'aile était formée de deux plans roulant, l'un sur la face antérieure de l'appui, l'autre sur la face postérieure. Au repos, ces deux plans sont repliés l'un sur l'autre et rapprochés des flancs. Que fait l'insecte qui va voler ? Il commence par ouvrir les ailes,

et ce mouvement peut se faire au moyen du Premier Pectoral, du Tenseur de l'écaille antérieure et des Sternali-Dorsaux ; le plan antérieur se porte en haut, en avant, et le plan postérieur se déplisse. Voilà une première pose de mise au point.

2° *Abaissement.* — Contractons maintenant le Grand Dorsal et les Pectoraux seulement : avec le Tenseur de l'écaille, le plan antérieur se porte en avant et en dedans ; le Dorsal et le Premier Pectoral produisent le même résultat dans ces deux sens ; mais, l'un poussant en bas, et l'autre en haut, la nervure antérieure roule sur la pro-antérieure, et la médiane sur l'antérieure, de sorte que le plan antérieur s'abaisse en roulant légèrement sur son propre axe; en d'autres termes, au lieu de décrire un segment de cercle, il décrit un segment de surface courbe, à concavité tournée vers le bas et vers l'arrière.

La nervure médiane suit l'antérieure et entraîne en avant avec elle toutes les nervures postérieures. Si le Second Pectoral n'agissait pas, le plan postérieur se développerait imparfaitement, tandis que, sous l'action combinée de ce muscle et du Dorsal, le ligament postérieur, et par suite l'omoplate, sont bridés en arrière et en bas. Les surfaces flexibles déplissables qui forment la base postérieure de l'aile, étant sollicitées en arrière par cette force rétractive et en avant par la nervure médiane, n'ont qu'une ressource, c'est de se tendre. De cette façon, le plan postérieur peut se développer totalement, mais, une fois tendu, il subit la résultante de ces deux forces ; sa base décrit un segment de surface courbe à concavité tournée vers le bas et en avant.

Cette concavité est augmentée par une troisième force, par un muscle, le *Fulcro-basilaire,* qui va de la partie postérieure (analogue du tampon des Orthoptères) de l'Intermédiaire à la face postérieure de la tête de l'appui. Ainsi, plus l'aile se porte en avant et en bas, et plus, ce muscle se contractant, le plan postérieur se porte en avant. La base de l'aile acquiert ainsi plus de solidité, en même temps que plus de résistance à la colonne d'air engouffrée. Ce muscle est l'analogue du Fulcro-basilaire des

Libellules et du muscle (O, pag. 19, Mémoire sur les Orthoptères).

Je puis supposer que ces muscles agissent avec leur maximum d'intensité ; ils déterminent alors le maximum d'abaissement avec le maximum d'expansion du creux axillaire. Les deux plans de mon dièdre roulent alors chacun sur le maximum de segment courbe qu'ils peuvent décrire. Mais il y a d'autres combinaisons possibles ; toutes choses égales d'ailleurs, un des moteurs peut diminuer de force ; il en résulte alors une modification dans la courbure et la surface métrique du segment.

3° *Relèvement.* — Le Dorsal cessant d'agir, les Sternali-Dorsaux entrent en jeu, et relèvent l'aile. Les Pectoraux continuent d'agir pour empêcher l'aile de se plisser. L'aile se porterait toute seule en arrière, sans le secours d'aucun muscle, par l'élasticité seule de ses ligaments et du dorsum ; seulement elle se plisserait si le Premier Pectoral, le Tenseur de l'écaille et le Premier Sternali-Dorsal n'étaient là pour s'y opposer. Il doit y avoir aussi dans le relèvement plusieurs combinaisons de muscles, destinées à rendre le trajet de l'extrémité de l'aile plus ou moins longitudinal ou vertical.

C'est à la physiologie à voir quelles sont ces combinaisons et la nature de ce trajet. La figure en 8 de chiffre observée par Marey et Petitgrew, les sinussoïdes bouclées, sont des formations purement passives dues à la résistance de l'air. L'équation de la trajectoire varie avec les combinaisons des moteurs chez un même animal, avec le plus ou moins de souplesse et de jeu des pièces de la base d'un type à un autre. Mais la boucle elle-même est le fait de la colonne d'air entraînée, soit en descendant par la convexité de l'aile, soit en montant par la concavité.

MUSCLES DU VOL DE L'AILE POSTÉRIEURE.

A l'exception du Dorsal, nous retrouvons tous les muscles de l'aile. Il faut citer cependant une paire de muscles dorsaux allant de la palette à la voûte du métanotum. Il est évidemment complémentaire du Dorsa.

Il y a deux groupes de Sternali-Dorsaux : un Premier Pectoral avec sa cupule (u) dans le golfe antérieur, un Second Pectoral avec sa cupule (u) dans le golfe postérieur. Le Premier Pectoral est, de même que dans le mésothorax, plus volumineux que le second ; il agit en effet sur un bras de levier plus court et a, de plus, à lutter contre la tendance de l'aile à se relever en arrière.

Tout à fait dans le creux de l'aisselle, on retrouve : 1° le petit muscle de l'osselet intermédiaire, allant du tampon à la face interne de la tête de l'appui ; 2° un petit muscle allant de la tête de l'appui au derrière de l'apophyse mésopleurale ; 3° le tenseur de l'écaille.

Il y a encore des muscles situés au-dessous des Pectoraux ; ils s'insèrent le long de la base des crêtes pleurales et pénètrent en bas dans le cercle fémoral : ce sont des muscles jambiers.

II. — Organe du vol chez les Xylocope violacea.

Anatomie des ailes.— La forme générale rappelle le type du Sirex ; mais il y a dans la structure des nervures et des pièces basilaires des différences essentielles qui ne me paraissent pas encore avoir été signalées.

Les nervures antérieures se réduisent à une seule, accolée à la nervure médiane; la concentration du plan antérieur est donc plus forte que chez les Sirex. La nervure médiane est un peu à la nervure antérieure ce que la nervure antérieure des Libelles est à la nervure pro-antérieure.

La nervure secondaire qui suit la nervure postérieure existe encore, mais fondue à la base avec celle-ci. Dans la partie centrifuge, elle s'en écarte et forme une gouttière de glissement non dentée. Le voile, qui chez les Sirex s'attache à la nervure secondaire, est remplacé ici sur l'aile antérieure par une membrane assez dure qui ne se prolonge pas sur la base de l'aile. Cette pénurie n'entraîne nullement la discontinuité du gouffre axillaire, car l'aile postérieure est beaucoup plus rapprochée de l'anté-

rieure que chez les Sirex, et le vide interalaire est insignifiant. Le voile existe dans l'aile postérieure.

L'humérus est massif, formé de deux parties pouvant se plier l'une sur l'autre, l'antérieure correspondant au plan antérieur, la postérieure au plan postérieur de l'aile. On y remarque : 1° En avant, un bord antérieur (*fig.* A 12) dont l'extrémité externe limite en haut la course de la nervure antérieure: c'est un cran d'arrêt, l'analogue de la nervure pro-antérieure ; 2° Au-dessous, une arête (*c fig* C 12) qui est le prolongement de la nervure antérieure. La nervure antérieure est effilée à son union avec l'humérus, de manière à pouvoir se plier sur lui ; mais elle présente en arrière une saillie qui se loge dans une échancrure de la nervure médiane ; 3° La terminaison de la nervure médiane (θ *fig.* A 12) est effilée et enclavée sur la face supérieure de l'humérus, entre le bord antérieur et la tubérosité sous-médiane (ε). Toutes ces parties sont soudées entre elles et avec la tubérosité sous-médiane. Elles constituent une masse sur laquelle le plan antérieur peut tourner légèrement suivant l'axe de la terminaison de la nervure médiane. Cette rotation est limitée, en avant et en haut, par le cran d'arrêt antérieur ; en arrière et en bas, par la tubérosité sous-médiane; 4° La tubérosité sous médiane correspond à la terminaison de la nervure sous-médiane, sur laquelle elle peut jouer tout à son aise. De la face inférieure de la tubérosité part un prolongement (μ *fig.* C 12) qui va s'articuler avec la terminaison de la nervure postérieure. Ce prolongement permet à la tubérosité de se plier sur cette nervure.

Quant aux relations de l'humérus avec le thorax, nous en parlerons plus loin.

ANATOMIE DU SQUELETTE THORACIQUE.

Les différences avec le Sirex vont être ici plus grandes que celles des surfaces alaires. La forme générale du thorax est sphéroïdale, et non plus cylindrique, comme chez les Locustides et les Sirex. Voici du reste les détails.

Pronotum. — Cette pièce (*c fig.* 9) forme un anneau complet à l'entrée du mésothorax; de là, son nom de *collier*. Sa surface est convexe, sans solution de courbure avec le dorsum en haut. Sa moitié inférieure est très étroite; la partie externe du collier est la plus large, je veux parler de celle qui est enclavée entre le dorsum et le mésopleuron, dont les bords sont à ce niveau taillés en biseau et glissent sur la face interne du collier. Il en résulte entre les mouvements du dorsum et du mésopleuron une solidarité moins étroite que si leurs bords étaient en plein regard avec ceux du collier. Le bord du mésopleuron se fixe au moyen d'un fort ligament blanc, d'une consistance chondroïde; ce ligament pénètre dans une excavation aplatie du collier; les bords du dorsum forment un angle aigu dont les côtés sont enclavés dans une dépression au fond de laquelle est soudé son sommet. Ce genre d'articulation rend le collier beaucoup plus esclave du dorsum que du mésopleuron. Le prothorax est uni lâchement au collier, comme chez les Sirex et Orthoptères.

Mésonotum. — On y distingue comme toujours trois segments : un antérieur, pour l'insertion du plan antérieur de l'aile, un postérieur(région de la bosse médio-postérieure et de la dépression tergale chez les Æschnes, Meconema, Sirex), pour l'insertion du plan postérieur, et un postérieur interne, dont la partie centrale reçoit les fibres du dorsal et les bras aboutissent au niveau de séparation entre le mésopleuron et le segment postérieur. Ces trois segments sont à peu près confondus chez le Sirex ; ils sont ici parfaitement distincts. Des noms variés ont été donnés à ces parties; je me servirai de ceux de Chabrier : dorsum, post-dorsum et costal.

Le *Dorsum* (D *fig.* 9) forme, avec le collier, plus de la moitié de l'hémisphère supérieur; sa surface ne présente rien de particulier, si ce n'est un léger sillon médian longitudinal, comme chez les Bourdons, entouré de deux sillons plus courts et moins marqués ; on en voit un en (*s fig.* 9). Les bords externes offrent plus d'intérêt par leurs rapports avec l'aile et la conque. Il est,

comme nous l'avons vu plus haut, séparé en avant du mésopleuron par le coin postérieur du collier (*op fig.* 9) ; mais, en arrière, les bords dorsaux et pariétaux sont juxtaposés jusqu'au niveau de l'insertion du claviculaire, le bord dorsal est retroussé en dessus et forme une sorte de gouttière (*r fig.* 11, 15). C'est sur cette portion du bord dorsal que s'insère l'écaille axillaire. Plus loin, en arrière, sont deux saillies adjacentes, entre lesquelles passe le bord antérieur du sigmoïde; ces deux saillies forment la *coulisse sigmoïdale* (*co fig.* 11, 15).

Le *Post-Dorsum* (B *fig.* 9), deux fois et demi moins large que le Dorsum, a la forme d'un fuseau sphérique; il est, par suite, plus large au milieu qu'aux extrémités. Les bords antérieur et postérieur sont longuement repliés en dessus, l'antérieur en arrière, le postérieur en avant (Voir *fig.* 10); cette disposition augmente la force d'élasticité dans le sens transversal. La surface, si régulièrement convexe dans toute son étendue, se montre vers les extrémités beaucoup plus accidentée. Une arête médiane (*ar fig.* 11, 15) transversale la sépare en deux dépressions : une, antérieure, se fondant avec la dépression dorsale; l'autre, postérieure, en regard de l'aile postérieure.

Les bords de cette dernière dépression pénètrent dans l'intérieur de la cage; ils sont soudés au costal (Z *fig.* 13). Si on détache l'osselet terminal et le sigmoïde de leurs attaches alaires, et qu'après avoir enlevé le collier et le Dorsum on cherche à désarticuler le Post-Dorsum par pesées successives, lentes et légères, on finit par le détacher, et on entraîne du même coup le vectiforme, l'équerre, l'osselet terminal et le sigmoïde. Ces osselets sont réunis au Post-Dorsum par des ligaments mous.

Le *Costal* (P *fig.* 10, 13) est une pièce tout à fait interne, fusiforme, dont la concavité regarde en avant. Elle est suspendue librement; elle est du reste bridée par le dorsal en avant, par des muscles métathoraciques en arrière. Ses extrémités se soudent tout le long du bord postérieur de l'extrémité du Post-Dorsum (*fig.* 10).

A ce même niveau, mais en avant du Costal, on voit le *Vecti-*

forme, petit osselet allongé adhérent au Costal et au Post-Dorsum par son extrémité seulement. Cet osselet se trouve là en compagnie d'autres osselets internes, les *appendices costaux* ; nous reverrons ces détails dans l'étude de la base de l'aile.

Métanotum (P*d fig.* 9, 10). — C'est ce que Chabrier appelle la *demi-ceinture*. C'est une pièce très étroite au milieu, plus large aux extrémités Ses bords antérieur et postérieur sont repliés, l'antérieur en arrière, le postérieur en avant. Ils forment ainsi une gouttière, une sorte de canal, car les bords se rejoignent presque; mais aux extrémités ils s'écartent, par suite de l'élargissement du métanotum à ce niveau (*pd fig.* 11). Chaque extrémité est destinée à faire basculer l'aile postérieure. Elle porte à cet effet une saillie (*p*) en avant de laquelle s'insère le sigmoïde, en arrière l'osselet terminal. Le métanotum s'appuie en arrière sur le métapleuron, qui complète en arrière l'hémisphère dorsal de la cage alaire, et le raccorde avec l'hémisphère inférieur.

Mésopleuro-Sternum. — Ce nom indique que, de même que chez les Sirex, une seule pièce suffit à constituer le mésopleuron et le mésosternum. Il en est de même pour le métathorax, où une seule pièce constitue le métapleuro-sternum. Ces deux pièces sont intimement soudées ; elles sont néanmoins séparables, en sorte que l'hémisphère inférieur doit être considéré comme formé de deux pièces et non d'une seule, comme le voudrait Chabrier.

Ceci posé, je continuerai à employer les expressions de mésopleuron, mésosternum, pour la commodité de la description.

Le *mésopleuron* (*ms fig.* 9) a sa surface externe peu accidentée ; on y remarque seulement dans la partie supérieure un court sillon (S*m*) qui se dirige vers le bord postérieur du mésopleuron, mais s'arrête bientôt sans l'atteindre ; à ce sillon extrême correspond en dedans une crête. C'est là ce qui nous reste du grand sillon médian et de la crête de pivotement des Libelles, des Orthoptères et Sirex. Suivons ce sillon dans le haut, il nous conduira à un appui des ailes encore plus singulier et différant notablement de ceux que nous avons vus chez les autres insectes

déjà étudiés. La forme typique semble bien conservée, c'est-à-dire que nous avons une saillie médiane servant de tête de pivotement, en avant pour le plan antérieur de l'aile, en arrière pour le plan postérieur; mais le mode d'articulation est différent.

La tête (*fig.* 16, 17) est massive, d'une seule pièce ; on peut y distinguer un bord antérieur, un bord supérieur et un bord postérieur ; le sillon médian s'arrête à sa base, au lieu d'aller jusqu'au bout, comme chez les Sirex, et de découper ainsi la surface mobile (T *fig.* 6) qui sert d'attache à la plus antérieure des nervures. L'appui du Xylocope n'a donc pas cette surface mobile, constante chez tous les insectes déjà étudiés. Elle est remplacée chez lui par un osselet spécial, le *claviculaire* ; celui-ci roule dans une gondole creusée sur le bord supérieur de l'appui.

Le bord antérieur de l'appui présente cette lame chondroïde qui sert à l'agencer au collier.

Le bord postérieur de l'appui est plus compliqué que celui du Sirex ; il présente une sorte de trochlée oblique, formée d'une rigole supérieure interne pour l'omoplate, et d'une rigole inférieure externe pour le roulement de l'osselet terminal. La rigole supérieure aboutit à une fosse (O *fig.* 17) où s'insère le ligament de l'omoplate ; l'axe de cette rigole est oblique de haut en bas, d'avant en arrière, de dehors en dedans, pendant que celui de la gondole claviculaire est presque horizontal et dirigé de haut en bas, d'arrière en avant, de dehors en dedans. Nous verrons plus tard l'utilité de ces diverses directions.

Le mésopleuron présente encore à étudier un bord antérieur, un bord postérieur et une surface interne. Le bord antérieur (*ba fig.* 17) est épais et forme une saillie qui se prolonge jusqu'à la tête de l'appui. Celle-ci est elle-même saillante sur la surface interne du mésopleuron ; comme elle se continue en arrière par la crête rudimentaire déjà mentionnée, il en résulte que le haut du mésopleuron a des bords solidement fortifiés. La crête rudimentaire (S*m fig.* 17) part de la rigole à omoplate, et le bord postérieur (S*p*) du mésopleuron, très saillant lui aussi, part de la rigole à osselet terminal ; la gouttière profonde et étroite qui

sépare les deux crêtes est tout ce qui nous reste du segment postérieur mésopleural, développé chez les Sauterelles, mais déjà en décadence chez les Sirex.

Le *Mésosternum* ne présente rien de notable sur sa surface externe ; il est limité en avant par la portion étroite, inférieure, du collier ; son bord postérieur forme le bord antérieur du cercle des pattes ; il se termine sur une pointe médiane (Q *fig.* 18), comme chez le Sirex. Cette pointe sépare le cercle gauche du droit. Elle a l'air d'appartenir au mésosternum, mais en réalité elle constitue le bord médian antérieur du métasternum. Si on pénètre dans la cage, on voit s'élever tout le long de la ligne médiane, jusqu'à cette pointe, une crête élevée (*st fig.* 13), formée par l'adossement des deux côtés du mésosternum ; cette crête se termine en arrière par deux longues cornes (*x*) qui se réunissent aux bords supérieurs de la crête métasternale et montent avec elle sur les flancs du métapleuron. Cette crête étant transversale, il en résulte que le mésosternum est formé de deux fosses bien séparées, où nous verrons plus loin s'insérer les fibres du Sternali-Dorsal.

Métapleuro-Sternum. — Cette pièce est formée de deux parties intimement soudées, le métapleuron proprement dit et le métasternum ; la ligne de soudure (*d fig.* 18) est visible sur la surface externe, tandis qu'elle ne l'était pas pour le mésosternum. Les dénominations de métapleuron et métasternum auront donc une signification topographique très précise. Le métapleuron a lui-même avec le mésopleuron une ligne de soudure parfaitement distincte ; il n'en est pas de même entre le méta et le mésosternum, dont la ligne de démarcation est moins facile à reconnaître ; on peut cependant la délimiter. En somme, malgré la soudure intime des pièces pleurales et sternales, on peut les délimiter et les comparer aux pièces plus mollement réunies d'autres insectes.

Le métapleuron présente à étudier des bords antérieur, postérieur, inférieur, supérieur, une surface externe et une surface interne.

Le bord antérieur est légèrement concave en arrière ; il est adossé au bord postérieur du mésopleuron et replié en dedans, de façon à faire un sillon en dehors (*sp* 9), une crête en dedans (*sp* 10).

Le bord supérieur sert d'appui à l'aile inférieure et au métanotum. Il débute en avant par une surface articulaire (*z fig.* 17), en continuité de direction avec la rigole postérieure du mésopleuron. Elle est bordée en dehors par une écaille mobile (*x*). Cette écaille est tout ce qui nous reste du golfe antérieur d'évolution. Les ailes, déjà si rapprochées chez les Sirex, atteignent ici leur maximum de rapprochement ; l'aile postérieure s'insère immédiatement à la suite du golfe d'évolution postérieur de l'aile antérieure ; elle a l'air de continuer simplement le plan postérieur de l'aile antérieure.

Ce détail me fournit une arme précieuse contre ceux qui, considérant une aile isolée de Frelon par exemple, seraient tentés de me la présenter comme un échantillon d'aile nue à la base, et de conclure que, par suite, l'élargissement diédrique de la base n'est pas un facteur constant.

Mais si le golfe antérieur de l'aile postérieure n'a pas grande raison d'exister, il n'en est pas de même pour le golfe postérieur. Immédiatement après la surface articulaire citée plus haut, le bord supérieur du métapleuron plonge en bas, et d'abord en avant, puis en arrière, et finalement remonte sans s'éloigner beaucoup de l'horizontale. Telle est la direction d'avant en arrière de l'articulation du golfe postérieur. Le bord supérieur continue sa course en arrière, intimement accolé au bord postérieur du métanotum.

Le bord inférieur du métapleuron longe les bords externes des ellipses pédieuses ; un très léger sillon le sépare du métasternum, qui du reste, sur tout ce parcours, est très étroit et apparaît comme une simple dépendance marginale du métapleuron.

Le bord postérieur du metapleuron est intimement soudé avec son symétrique ; on voit néanmoins très distinctement le sillon de séparation (*Sp' fig.* 9).

La surface externe du métapleuron présente un sillon médian (*s m'*) beaucoup plus complet que celui du mésopleuron. Il part du bord postérieur de la deuxième ellipse pédieuse et arrive jusqu'au bord supérieur, au pied de la saillie formée par l'articulation du golfe postérieur, vers le milieu de ce pied. Un peu en arrière du sillon, se trouve le stigmate métathoracique (Σ *fig.* 9).

La surface interne du métapleuron est divisée en deux compartiments par la crête qui correspond au sillon médian. Cette crête (S *m'* *fig.* 17) monte d'avant en arrière ; elle forme dans le haut une large balustrade (*pa*) au-dessus du stigmate. C'est à cette balustrade qu'aboutit le bord supérieur de la crête transversale métasternale.

Le *Métasternum* (Voir *fig.* 18) forme un anneau complet très étroit ; les bords internes forment trois saillies, une antérieure médiane (Q) (c'est celle qui semble terminer en arrière le métasternum) et deux postérieures latérales. Il en résulte donc trois golfes : deux golfes antérieurs, où se meut la troisième paire d'ellipses pédieuses, et un golfe postérieur médian, où se meut l'anneau abdominal. Cet anneau est uni mollement en avant à la troisième paire d'ellipses, mais en arrière la liaison des bords est plus serrée tout le long du golfe postérieur. Cette liaison présente sur la ligne médiane une forme toute spéciale ; les bords en regard sont repliés en dessus et fortement échancrés ; l'échancrure de l'anneau abdominal est moins grande que celle du métasternum (O *fig.* 18). L'une est soudée à l'autre par les bords en regard ; une membrane ligamenteuse s'étend d'une échancrure à l'autre, formant ainsi une gouttière renversée, presque un canal.

Si nous pénétrons dans l'intérieur de la cage, nous voyons : 1° De chaque côté, une crête transversale qui s'insère sur le plancher des bords des golfes antérieurs et monte sur les flancs du métapleuron : nous l'avons déjà vue dans la description de celui-ci ; 2° une crête longitudinale courte, faisant suite à la crête mésosternale et allant mourir à la saillie médiane antérieure de l'anneau métasternal. Elle présente dans le haut deux cornes réunies entre elles par un pont chitineux (*x'* *fig.* 13) ; ce pont,

réuni aux cornes méso et métasternale, forme une longue apophyse qui chemine en regard et au-dessus de la crête transversale et arrive, ainsi que nous l'avons vu, au niveau de la balustrade supra-stigmatique.

La corne mésosternale se sépare cependant de la métasternale (la *fig.* 13 montre la bifurcation) ; elle se rend dans l'étroit vallon mésopleural compris entre S*m* et S*p* de la *fig.* 17 et s'y attache par un fort tendon.

Ce dernier fait nous permet de rapprocher les apophyses sternales du Sirex et du Xylocope, malgré leur extrême différence de faciès. Chez les deux espèces, le mésosternum porte une apophyse médiane, et celle-ci est munie de chaque côté d'une corne latérale destinée à soutenir le mésopleuron ; chaque corne est dans ce but réunie à la crête médio-mésopleurale (S*m* *fig.* 3, 17) au moyen d'un ligament ; de même, la crête médio-métapleurale (S*m'* *fig.* 3, 17) est renforcée par les prolongements latéraux d'une apophyse médio-métasternale.

Seulement, chez le Xylocope, par suite de la concentration générale du thorax, les deux apophyses sternales se sont portées l'une sur l'autre ; elles ont en outre pris une forme très différente ; de là, au premier abord, une grande difficulté pour les comparer d'une espèce à l'autre.

Base de l'aile antérieure. — Cette base est plus compliquée que celle du Sirex ; nous y retrouverons tous les osselets de celui-ci, mais en compagnie de nouvelles pièces. En conservant la nomenclature de Chabrier, ce sont : le *Claviculaire*, l'*Omoplate*, le *Sigmoïde*, l'*Équerre*, l'osselet *Terminal*, les *Appendices costaux* et le *Vectiforme*.

Il y a encore l'osselet de la tubérosité sous-mediane, dont Chabrier ne parle pas [1], mais que j'ai déjà mentionné à propos de l'humérus.

---

[1] Il n'a pas distingué les diverses parties de l'humérus et le mode d'articulation de l'humérus avec les nervures ; il n'a pas vu, par suite, la rotation du plan antérieur de l'aile.

Le *Claviculaire* est arciforme ; il chevauche par sa concavité sur la face antérieure de l'appui. Cette face présente en avant et en dedans une cavité, en arrière et en dehors une crête ; le claviculaire, de son côte, présente en avant une tête pour rouler dans la cavité, en arrière un sillon pour rouler sur la crête. Le bras externe du claviculaire présente une échancrure reliée par des ligaments à la partie antérieure de l'humérus ; le bras interne donne insertion à un double muscle. Lorsque ce muscle se contracte, le bras interne s'abaisse, l'externe s'élève, et l'humérus avec. Il est séparé en arrière du sigmoïde par des membranes molles, fibreuses, donnant attache au ligament de l'écaille (*e fig.* 15).

L'*Omoplate* est un osselet triangulaire tourné en S. Il s'attache par l'un des sommets à la tête de pivotement dans une cavité située sur la face postérieure de l'appui. Son bord inférieur roule sur l'arête de séparation de deux rigoles; son bord supérieur est logé dans la concavité de la branche antérieure du sigmoïde. Les mouvements du claviculaire et de l'omoplate sont inverses; lorsque l'un se porte en dedans, l'autre se porte en dedans, et réciproquement.

Le *Sigmoïde* (S *fig.* 12, 14, 15) est un osselet très allongé, en forme d'S. La branche inférieure s'articule sur le bord interne de la partie antérieure de l'humérus, en arrière naturellement de l'insertion du claviculaire, sur le prolongement huméral de la nervure médiane. La branche postérieure passe entre les deux saillies du bord externe du Dorsum dans la *coulisse sigmoïdale* (*co fig.* 15). Après s'être appuyée sur cette vallée par sa concavité, elle se prolonge par une longue queue; celle-ci présente d'abord un tubercule (*tu fig.* C 12) qui est fixé au moyen de ligaments au-dessous des deux saillies, entre ces saillies et l'extrémité du Post-Dorsum; elle se termine enfin sur le Costal par l'intermédiaire des appendices costaux. Toute cette queue du sigmoïde est située dans l'intérieur de la cage. Le passage du sigmoïde à travers les saillies du Dorsum, dans la *coulisse sigmoïdale co*) et l'extrémité du métadorsum assure, à son axe une certaine fixité de direction, lorsque les mouvements de l'aile se

bornent au plissement et au déplissement. Cette disposition n'existe pas chez le Sirex, où le sigmoïde est simplement soudé au Dorsum par ses bords internes; ses bords sont beaucoup plus souples que chez le Xylocope, où une pareille soudure donnerait une grande raideur aux mouvements de l'aile.

L'osselet *Terminal* est un osselet allongé, renflé à ses deux extrémités. Il s'articule en dehors avec la base de la nervure postérieure et en dedans avec les appendices costaux. Il est séparé à ce niveau de la queue du sigmoïde par un osselet triangulaire, l'*Équerre* (*y fig.* 12, 14). Un ligament allongé (*l fig.* 125) accompagne le Terminal sur tout son parcours, et le dépasse, de manière à lui servir de prolongement; ce procédé n'est pas nouveau pour nous.

L'*Équerre* est un des plus petits osselets de la base de l'aile; il mérite assez bien son nom, sa surface étant courbée presque à l'angle droit (*y fig.* B 12). Il sert, avec l'omoplate, d'intermédiaire entre le sigmoïde et le Terminal, et plus spécialement fait rouler la queue du Terminal sur celle du sigmoïde dans le plissement et le déplissement. Cet osselet est peu visible, de quelque côté qu'on le regarde, soit de dedans, soit de dehors. On peut le voir cependant de dehors, dans le maximum d'extension de l'aile.

Les *Appendices costaux* sont au nombre de deux : l'un antérieur (*b fig.* B 14), l'autre postérieur (*a*). L'appendice *antérieur* est placé entre la queue du sigmoïde, l'appendice postérieur et le Terminal au-dessus de l'équerre. L'appendice *postérieur*, d'une forme plus allongée, est articulé sur l'extrémité du Vectiforme, dont il suit tous les mouvements, mais naturellement en sens inverse par rapport à la tête du Costal.

Le *Vectiforme* (*d*) est un osselet très long par rapport aux dimensions des appendices. Il est accolé au Costal par son extrémité externe seulement; il va en s'effilant graduellement vers son extrémité interne. Lorsque cette dernière extrémité descend en dedans sous l'action d'un muscle spécial, l'appendice postérieur monte en dehors, pousse l'appendice antérieur et transmet ainsi

son mouvement à la queue du sigmoïde. Celle ci bascule à son tour sur le tubercule (*tu*), transmet son mouvement à l'humérus, qui, à son tour, bascule sur la tête de l'appui. Finalement, l'aile se porte en arrière et en haut. Lorsque l'aile se porte en sens contraire, c'est-à-dire en avant et en bas, le Vectiforme est entraîné en haut et en dehors par l'intermédiaire des appendices costaux, de l'équerre et du Terminal; mais il est probable qu'à ce moment le muscle du Vectiforme se contracte pour maintenir la concavité du gouffre axillaire. Pareil rôle était dévolu, chez le Sirex, au faisceau postérieur du Sternali-Dorsal et au deuxième pectoral; seulement la pente en V et la pièce triangulaire (R *fig.* 4) sont les seules pièces de ce rouage, si compliqué chez le Xylocope.

Muscles des ailes. — Nous avons vu que les ailes étaient très rapprochées, encore plus solidaires dans leurs mouvements que celles des Sirex; que corrélativement il y avait condensation, tendance à la fusion des pièces méso et métathoraciques. Rien d'étonnant par conséquent à ce que nous trouvions les mêmes caractères dans la musculature. Les deux muscles les plus importants, les plus volumineux, leur sont communs : ce sont le Dorsal et le Sternali-Dorsal.

Le *Dorsal* s'insère : 1° en arrière, par la face antérieure de la partie centrale élargie du Costal; 2° en avant, sur les trois quarts de la voûte du Dorsum, à partir du rebord dorsal qui est derrière le collier, jusqu'au Post-Dorsum exclusivement; la limite externe du Dorsal forme une ligne d'avant en arrière, de dedans en dehors. Sa contraction augmente la voussure du Dorsum, élève les bords du tergum et, par suite, abaisse les ailes. J'analyserai plus tard cet abaissement.

A la suite du Dorsal, je placerai un muscle encore non signalé, qui s'insère en arrière vers l'extrémité du métanotum au quart externe par un court et solide tendon (P*d fig.* 13); il s'élargit en avant et s'insère dans la cavité du Post-Dorsum, sur le bord antérieur. J'ai donné à ce muscle le nom de *Métadorsal*. C'est peut-être là un souvenir de la deuxième paire des muscles

Dorsaux, de la paire postérieure, si développés chez les Orthoptères par exemple.

Le *Sternali-Dorsal* est un muscle en tronc de cône fixé par son sommet sur le plancher mésosternal, et par sa base sur la zone interne du Dorsum. Son axe monte en avant et en dehors.

En dehors du Sternali-Dorsal, nous trouvons des muscles axillaires. Sur les parois internes du mésopleuron, on remarque, en allant de haut en bas :

1° Le *Cléido-Mésopleural,* qui par un long tendon grêle aboutit aux bords internes du claviculaire ;

2° Un accessoire de cléido-pectoral, s'insérant aussi sur le claviculaire, mais plus en arrière : son tendon n'est pas résistant comme celui du précédent ; en bas, il s'insère en avant et au-dessus du cléido-pectoral ;

3° Une paire de muscles accolés aboutissant au tubercule de la queue du Terminal : on pourrait les désigner sous le nom de muscles *Terminaux* ;

4° Immédiatement en arrière de ceux-ci et parallèlement au bord postérieur du mésopleuron, est un muscle qui s'insère sur l'extrémité du Post-Dorsum : c'est le *Sternali-post-Dorsal.* Il est dans la coulisse comprise entre la crête tronquée métapleurale (*sm*) et le bord postérieur mésopleural (*sp*) ;

5° Le *muscle du Vectiforme*, allant de la base des cornes sternales à l'extrémité interne du vectiforme. La plupart de ces muscles ont leurs analogues dans le métathorax. On y remarque donc : 1° Le *cléido-métapleural,* placé tout le long du bord antérieur métapleural ; il descend du claviculaire à l'angle externe de la deuxième ellipse pédieuse. Son tendon supérieur est très faible, ce qui concorde avec ce fait, que le plan antérieur de l'aile postérieure est entraîné mécaniquement par l'aile antérieure. Il résulte de l'insertion inférieure que ce muscle atteint son maximum de raccourcissement, la deuxième paire de pattes étant pendantes en avant. Cette attitude des pattes doit cependant avoir une influence peu considérable sur la propulsion de l'aile postérieure, vu que, d'une part, le cléido-pectoral s'insère à l'extrémité

de l'axe rotateur de l'ellipse, à un point par conséquent qui subit très peu de déplacement, et que, d'autre part, l'aile postérieure est entraînée passivement ;

2° Un *muscle Terminal*, dont la partie inférieure, massive et volumineuse, s'attache aux bords postérieurs de la crête métasternale et de son prolongement métapleural ; son tendon supérieur, très dur, est fixé à l'osselet Terminal ;

3° Un *Sternali-Métanotum*, qui va de l'extrémité des cornes sternales à celle du métanotum.

Au-dessous de ces muscles axillaires, se trouve une série de muscles, la plupart exclusivement pectoraux :

1° Le muscle du Collier, agissant sur l'angle postérieur du collier (*op fig.* 9, 13) ;

2° Un *muscle mésopleural* s'insérant en bas dans la gouttière mésopleurale, et en haut sur les bords du golfe postérieur ;

3° Un *métapleural antérieur* s'insérant en avant et en bas sur la face postérieure de la crête S*p*, en haut à la base de la tête de l'appui métapleural. Ce muscle et le précédent abaissent par leurs contractions le plan postérieur de l'ensemble des deux ailes ;

4° Un *métapleural postérieur* s'insérant en avant et en haut au dessus du parapet (*pa fig.* 17), en arrière et en bas dans la gouttière (θ *fig.* 18) du pédicule abdominal ;

5° Un *Costali-métapleural* allant de la même gouttière à la face postérieure du Costal. — Ces deux derniers muscles sont surtout releveurs de l'abdomen ;

6° Entre les deux têtes d'appui se trouvent encore quelques petits muscles et ligaments. La tête de l'appui mésopleural renferme dans sa cavité des muscles communiquant avec l'omoplate et avec un petit osselet mobile (μ *fig.* 17). Celui-ci est relié par un petit muscle avec la tête du métanotum. Au-dessous de l'osselet μ, on voit un ligament (γ), qui lie le golfe postérieur mésopleural à l'appui métapleural ;

7° Le *mésopleuro-furculaire*, petit muscle ligamenteur allant des cornes mésosternales à la coulisse mésopleurale.

On peut donc compter de 40 à 44 muscles essentiels au vol.

La Libellule en a davantage, ce qui n'empêche pas qu'en réalité elle est plus pauvre, car il y a chez elle répétition des mêmes muscles, du mésothorax au métathorax, chaque couple d'ailes étant presque indépendant de l'autre couple.

Facteurs constants de l'organe du vol. — En résumé, du Xylocope aux Pseudo-Neuroptères, en passant par les Sirex et les Locustides, nous trouvons comme éléments constants les facteurs suivants :

1° Comme *forme générale* de la machine, un ovoïde plus ou moins allongé, à grosse extrémité dirigée en avant ;

2° Comme *charpente*, un plancher solide, des parois latérales plus ou moins élastiques, plus ou moins réunies en arrière, de manière à constituer une ligne transversale fixe de pivotement, maintenues chacune par une colonne verticale, et un toit mobile sur ces parois autour de cette dernière ligne, d'avant en arrière et de bas en haut. La rotation s'effectue au moyen des ailes ;

3° Comme *forme générale*, *schématique de l'aile*, une surface élastique triangulaire, dont l'épaisseur va en diminuant graduellement d'avant en arrière et de la base au sommet, à sommet centrifuge ; cette surface est gauche, formée à la base de deux plans, un plan antérieur et un plan postérieur, mobiles l'un sur l'autre autour d'une ligne allant de la base au sommet du triangle. L'existence de ce dièdre, variable suivant l'espèce, et chez la même espèce suivant la position de l'aile en mouvement, l'existence, dis-je, en est constante ;

4° Comme *articulation de l'aile*, d'un côté, une double face articulaire sur la tête de l'appui, c'est-à-dire une face antérieure pour le roulement du plan antérieur, et une face postérieure pour le roulement du plan postérieur ; d'un autre côté, articulation du toit mobile avec l'arête de l'angle dièdre. En avant de la tête de l'appui, est une surface de pronation ; en arrière, de supination ;

5° Comme *moteurs* : (*a*) des forces à la fois élévatrices, rétractrices et écartantes du sommet du dièdre ; (*b*) des forces antagonistes des précédentes; (*c*) des forces propulsives rapprochantes et

abaissantes du plan antérieur ; (*d*) des forces abaissantes et propulsives du plan postérieur. Les deux premiers groupes s'insèrent sur le toit et sur le plancher, les deux derniers groupes s'insèrent à la racine de l'aile. Ces forces motrices sont des muscles volontaires ; leurs actions se trouvent combinées avec des forces involontaires, c'est-à-dire avec des forces élastiques. Les principales forces élastiques sont : 1° la résistance du toit à la courbure que lui impose le premier groupe dans l'abaissement de l'aile ; 2° la résistance de la partie antérieure de l'appui à la flexion communiquée par le groupe (*c*).

Tels sont les facteurs constants qui me paraissent se dégager de l'organe du vol chez les Pseudo-Névroptères, Orthoptères et Hyménoptères.

EXPLICATION DES FIGURES.

Planche I. — Anatomie du sirex.

Fig. 1. *Face supérieure dorsale de la cage thoracique.* D dorsum ; N bosse médio-dorsale postérieure ; *k* dépression tergale ; P*d* postdorsum ; *c* collier ; *v* fente mésonotale ; *v'* fente métanotale ; *ς* tête du sigmoïde ; *b* premier coude tergal ; *b'* second coude tergal ; *o* granula de Hartig ; *ab* dorsum du premier anneau abdominal.

Fig. 2. *Face inférieure dorsale de la cage thoracique.* P palette antérieure ; P_1 palette postérieure ; *b* crêtes antérieures dorsales ; *a* crêtes postérieures dorsales ; Q palette métanotale ; α écaille postérieure ; β écaille huméro-dorsale ; M, *m*, U, *u*, cupules des muscles pectoraux ; S*m*, S*m'* crêtes de pivotement ; π apophyse mésopleurale ; T lame de pronation ; R, *r'*, lame de supination ; *v*, *v'* comme *fig.* 1.

Fig. 3. *Face pectorale interne.* S*t* cloison longitudinale médio-sternale ; *x*, *x'* emplacements des apophyses méso et métasternale ; J, J' parapets pédieux.

Fig. 4. *Base de l'aile antérieure droite ; face supérieure. pa* nerv.-pro-ant.; *a* nerv. ant.; *sa* nerv.sous-ant.; *m* médiane; *sm* sous-médiane ; *p* postérieure principale ; *p* postérieure secondaire ;

θ partie médiane de l'humérus radial ou prolongement de la nervure ant.; ε tubérosité sous-médiane ; η son prolongement ; β écaille huméro-dorsale ; ς sigmoïde ; λ intermédiaire ; *t* terminal ; *l* son ligament ; ρ arcade postérieure ; R lame de supination : *k* dépression tergale ; *h* voile.

Fig. 5. *Face pectorale externe.* ω saillie externe du collier ; γ écaille inférieure; J_1, J, J' fémurs ; S*m*, S*m'* sillons correspondant aux crêtes de pivotement ; T, T' lames de pronation ; α écaille postérieure, etc., comme dans les figures précédentes.

Fig. 6. *Base de l'aile antérieure droite ; face inférieure.* (*ga*) golfe antérieur ; (*gp*) golfe postérieur ; *o* omoplate.

Fig. 7. *Plancher sternal. st* crête longitudinale ; (*ct*) crête transversale mésosternale ; (*ct'*) crête transversale métasternale ; *x* apophyse mésosternale ; *x'* apophyse métasternale.

Fig. 8. *Aile antérieure droite.* Même signification des lettres que dans *fig.* 4.

Planche II. — Anatomie du Xylocope.

Fig. 9. *Vue de l'hémisphère thoracique gauche; face externe.* C collier; D dorsum ; B postdorsum : P*d* métanotum ; M*s* mésopleuron ; M*t* métapleuron ; S*m*, S*m'* sillons des appuis ; *sp* sillon médio-latéral ; *sp'* sillon médio-posterieur ; Σ stigmate métapleural ; E écaille mésopleurale ; (*op*) opercule ; *pi* pédicelle abdominal.

Fig. 10. *Face inférieure dorsale. d* bords externes du dorsum ; *b* extrémité externe du postdorsum ; (*co*) coulisse sigmoïdale ; P*d* métanotum ; P costal.

Fig. 11. *Face supérieure dorsale ; bords externes. r* rebord dorsal, derrière lequel s'insère l'écaille; (*co*) coulisse sigmoïdale ; *ar* arête postdorsale ; *pd* extrémité élargie du métanotum; *p* saillie médiane.

Fig. 12. *Racine de l'aile antérieure gauche.* A *face supérieure ;* B *face postérieure* ; C *face inférieure* ; (*pa*) région antérieure de l'humérus radial ; θ région moyenne ; ε tubérosité sous-médiane; η son prolongement ; κ ligament huméro-claviculaire ; ς sigmoïde ; *o* omoplate ; *t* terminal ; *l* son ligament ; *y* équerre ; *a* nerv. ant.; *m* nerv. médiane; *sm* nerv. sous-médiane; *p* nerv. post.

Fig. 13. *Vue de l'hémisphère thoracique gauche; face interne.* Z zone d'insertion du costal ; *st* cloison longitudinale médio-sternale ;

X corne mésosternale ; X′ corne métasternale ; P*d* tendon du métadorsal.

Fig. 14. *Rapports du costal avec les osselets de la base de l'aile ; branche droite.* A *face antéro-supérieure* ; B *face postéro-inférieure* ; P_1 extrémité externe de la branche droite du costal ; ς sigmoïde ; (*tu*) tubercule de sa queue ; *o* omoplate ; *g* équerre ; δ vectiforme ; *a* appendice postérieur ; *b* appendice antérieur.

Fig. 15. *Base des ailes gauches ; face supérieure.* H humérus ; ϰ claviculaire ; *e* ligament de l'écaille. Rapprocher la *fig.* 15 des *fig.* 12 B et 11.

Fig. 16. *Face pectorale externe ; bords supérieurs.* α écaille mésométapleurale.

Fig. 17. *Face pectorale interne ; bords supérieurs.* ϰ cavité du ligament mésopleuro-claviculaire ; *o*,*o* cavité du ligament de l'omoplate ; $o'o'_1$ golfes postérieurs ; μ petit osselet mésopleural, formant avec les extrémités du postdorsal et du métanotal l'analogue de la lame de supination ; φ ligament mésométapleural ; (*ba*) bord antérieur mésopleural ; *sm* crête mésopleurale ; *sp* crête mésométapleurale ; *sm′* crête métapleurale ; *pa* rebord supérieur métapleural.

Fig. 18. *Vue de l'hémisphère thoracique inférieur ; face externe.* M*o* Mésosternum ; M*a* Métasternum ; *d* ligne de démarcation entre le métasternum et le métapleuron ; (Q) (Q′) (Q′) saillies des bords internes du métasternum ; *y* cloison transversale médio-sternale.

Fig. 19. *Aile antérieure gauche.* Même signification des lettres que *fig.* 12.

NOUVELLES RECHERCHES

SUR

LES CYSTOLITHES

Par J. CHAREYRE.

INTRODUCTION.

Depuis que Meyen a, le premier, signalé l'existence, dans les feuilles de Ficus, de corpuscules spéciaux, incrustés d'une certaine quantité de carbonate de chaux, l'attention d'un nombre relativement considérable d'observateurs s'est portée sur ces formations ; en effet, par la complication de leur structure et par leur existence exclusive dans quelques rares familles végétales, elles constituent une des formes les plus intéressantes des dépôts minéraux dans les tissus des plantes.

Après avoir, en 1827, mentionné la présence de ces formations dans les feuilles de Ficus[1], Meyen revint, en 1839[2], sur leur étude, et décrivit en détail les *glandes cristallines* de *Ficus elastica* Roxb. Il constata que ces corpuscules sont d'abord formés d'une substance molle, se dissolvent peu à peu ou se gonflent considérablement dans l'eau bouillante, et subissent un renflement subit dans les acides minéraux; d'après ces faits, la masse lui sembla formée de gomme ou d'une substance analogue; aussi les désigne-t-il sous le nom de *masses claviformes gommeuses* (*Gummikeulen*). Quant aux saillies mamelonnées qu'il rencontrait

[1] Meyen; *S. d. angef. Abhandl.*, 1827, pag. 257. — *Phytotomie*, 1830.

[2] Meyen, in *Archiv. für Anatomie, Physiologie, v. J. Müller*, 1839, pag. 255, traduit sous le titre : Matériaux pour servir à l'histoire du développement des diverses parties dans les plantes. (*Ann. des Sc. nat.*, *Bot.*, sér. 2, vol. 12, 1839, pag. 257.)

à la surface de ces corps, il constata qu'elles étaient constituées par du carbonate de chaux. Meyen a observé ces formations dans un certain nombre d'autres Ficus, notamment *F. pisiformis* Wall., *F. clusiæfolia* Schott, *F. Benghalensis* L., etc.

Payen [1] revint plus tard sur cette étude, et démontra que, après avoir détruit par un acide dilué le carbonate de chaux qui incruste ces formations, on peut, au moyen de l'iode et de l'acide sulfurique, leur faire prendre une coloration bleue qui ne laisse aucun doute sur leur constitution chimique et permet d'affirmer que le carbonate de chaux est supporté, dans ces corps, par une masse cellulosique. S'appuyant sur ce fait et sur l'aspect spécial que prennent les corpuscules après ce traitement, il considérait ces derniers comme constitués par un agrégat de cellules dans lesquelles est sécrété le carbonate de chaux. Le pédicule qui relie ces formations à la paroi cellulaire présentant les mêmes réactions était aussi, pour lui, formé de cellulose pure. Il démontra en outre la présence, dans le corps cellulosique, d'un délicat réseau siliceux. Les observations de Payen portaient sur quelques Ficus, mais il les avait étendues, en outre, à un certain nombre d'autres types du groupe des Urticinées, et avait constaté la présence de ces masses cellulosiques incrustées de calcaire chez plusieurs Urtica, Forskohlea, Parietaria, Morus, Broussonetia, Celtis, Humulus, Cannabis, Conocephalus. Il constatait au contraire leur absence chez *Dorstenia Contrayerva* L. et *D. arifolia* Lam., les Planera, les Platanus et les Ulmus.

Schleiden[2] continue cependant à considérer les corpuscules des Urticées comme des masses gélatineuses garnies de carbonate de chaux. Il rapproche ces formations des poils calcaires que portent les Borraginées, et se demande si l'on ne pourrait pas établir une analogie complète entre ces deux formations et regarder les

---

[1] Payen ; Mémoires sur le développement des végétaux, 5e Mémoire : Concrétions et inscrustations minérales. (*Mémoires présentés par divers Savants étrangers à l'Académie*, tom. IX, 1846, pag. 77.)

[2] Schleiden ; *M. J. Grundzüge der Botanik*, 2 Aufl., I Band., pag. 329 ; II Band., pag. 149.

masses calcaires des Urticées, comme provenant de *poils urticants* atrophiés, dans lesquels la base seule se serait développée, tandis que la sécrétion se calcifiait. Cette idée a été combattue par Schacht et par Weddel, et tous les auteurs suivants l'ont passée sous silence, jusqu'à K. Richter, qui y revient[1], pour démontrer que, si l'on peut assimiler aux cystolithes les formations trichomatiques de Broussonetia et de *Ficus carica* L., il n'en est pas de même pour les poils des Borraginées, qui diffèrent en plusieurs points de ces productions. Nous aurons à revenir plus loin sur cette discussion, et à examiner les conclusions de K. Richter, qui n'indique pas sur l'examen de quelles Borraginées il se fonde pour les appuyer, et qui paraît d'ailleurs n'avoir donné à cette recherche qu'un intérêt très secondaire.

En 1854, la présence de formations analogues à celles des Urticées était signalée par Gottsche et Schacht [2] chez un certain nombre d'Acanthacées. L'étude faite par Schacht [3] de la constitution de ces corps fixe un grand nombre de points qui jusqu'alors étaient demeurés indécis, et établit nettement leur structure intime. C'est cet auteur en effet qui démontra que ces corps sont formés de strates concentriques de cellulose, entre lesquelles se dépose le carbonate de chaux. Il fait voir en outre que ces strates concentriques sont traversées par des bandes radiales, mais sans se prononcer sur la nature de cette disposition. Il étudie l'évolution de ces productions chez *Ficus elastica* et indique comment elles naissent d'un épaississement de la paroi externe d'une cellule épidermique, sous forme d'une tige mince de cellulose qui se renfle plus tard à son extrémité et constitue le

---

[1] K. Richter; Beiträge zur genaueren Kenntniss der Cystolithen und einiger verwandten Bildungen im Pflanzenreiche. (*Sitzb. des k. Akad. der Wissench.*, LXXVI Band., 1877, pag. 27 et seq.)

[2] H. Schacht; Ueber die gestielten Traubenkörper im Blatte vieler Urticeen und ueber ihnen nah verwandte Bildungen bei einigen Acanthaceen. (*Abhandlungen heransgeg. v. d. Senckenbergischen natusforsch. Gesellschaft,* vol. I, liv. 1, 1854, pag. 133-153.)

[3] H. Schacht, *loc. cit.*, et in *Lehrb.*, 1, pag. 284.

corps de la formation. Il étudie enfin leur action sur la lumière polarisée et montre qu'elles font renaître l'image éteinte par les nicols croisés. Pour Schacht, il y avait identité complète entre les formations des Urticées et celles des Acanthacées, qui ne lui paraissaient différer les unes des autres que par la forme et la position, celles des Acanthacées se rencontrant dans tous les tissus et celles des Urticées étant limitées à l'épiderme. A ce point de vue, il rapprochait des Acanthacées certaines Urticées, telles que les Pilea.

Weddel, qui avait déjà donné aux formations qui nous occupent le nom de cystolithes (κύστις, λίθος), les étudie de plus près en 1854 [1], en confirmant les résultats obtenus par Schacht et en insistant sur l'importance de ces corps pour les distinctions spécifiques. Il démontra plus tard, dans ses publications sur la famille des Urticées [2], la vérité de cette assertion et décrivit la forme des cystolithes dans toutes les espèces de cette famille qu'il avait étudiées. Enfin il compare ces concrétions, tant au point de vue de leur structure que de leur rôle physiologique présumé, aux calculs vésicaux des animaux.

A part quelques données éparses dans des ouvrages généraux, et qui seront citées plus loin lorsque le sujet le demandera, les seuls travaux qui aient suivi ceux de Weddel sont ceux de Kny et de K. Richter.

Kny [3] a surtout étudié de plus près l'action de la lumière polarisée sur les cystolithes et a démontré que, contrairement à ce qu'avait soutenu Sachs [4], ces corps non seulement déterminent, comme l'avait vu Schacht, une augmentation de lumière

---

[1] Weddel ; Sur les Cystolithes, ou concrétions calcaires des Urticées et d'autres plantes. (*Bull. de la Soc. bot. de France*, tom. I, 1854, pag. 317. — *Ann. des Sc. nat., Bot.*, sér. 4, vol. II, 1854, pag. 267.)

[2] Weddel ; Revue de la famille des Urticées. (*Ann. des Sc. nat., Bot.*, sér. 4, vol. I, 1854, pag. 173). — Monographie de la famille des Urticées. (*Arch. du Mus.*, vol. IX, 1856-57, liv. 1-4.)

[3] Kny ; *Text zu den Wandtafeln von Nathusius*, sér. III, Taf. XI.

[4] Sachs ; *Lehrbuch der Botanik*, 4e édit., pag. 69 et 70.

dans le champ de vision, mais provoquent même l'apparition d'une croix de polarisation très nette. Il constate encore ce fait, et même avec une plus grande netteté, après que les cystolithes ont été dépouillés, par un acide, de leur carbonate de chaux. Au point de vue de la constitution intime du corps des cystolithes, Kny a émis une théorie tendant à expliquer, par l'existence de *fibres de tissu cellulaire*, la présence des stries radiales qui accompagnent les strates concentriques.

K. Richter[1] enfin, reprenant à tous les points de vue l'étude des cystolithes des Urticées et des Acanthacées, établit un certain nombre de faits jusque-là demeurés douteux. Je me contenterai d'énumérer ici ces résultats, me réservant de développer dans le cours de ce travail les parties qui devront être discutées ou confirmées.

Voici les points établis par Richter :

« Les cystolithes doivent se diviser en deux groupes : ceux de la plupart des Urticées, qui, arrondis, globuleux ou pyriformes, sont uniquement contenus dans les cellules épidermiques, et ceux des Acanthacées et de quelques Urticées (Pilea, Elatostemma, Myriocarpa, etc.), qui, fusiformes ou claviformes, se présentent dans tous les tissus, le bois excepté.

» Dans les cystolithes des Urticées, on voit toujours distinctement une tige qui les rattache à la paroi de la cellule ; la base organique est formée de cellulose probablement unie à une certaine quantité de substance gommeuse et contient un délicat réseau siliceux ; cette masse se montre marquée de stries concentriques, traversées par des stries radiales, qui correspondent à des différences d'hydratation des molécules cellulosiques.

» Les cystolithes des Acanthacées sont munis d'une tige beaucoup plus délicate, rarement perceptible, et qui, selon toute probabilité, se résorbe dans un grand nombre de cas. Leur masse organique est formée de cellulose pure, sans traces d'une substance gommeuse, ni de silice. Sur une coupe transversale, elle

---

[1] K. Richter ; *loc. cit.*

montre des stries concentriques correspondant à celles des cystolithes des Urticées, et des stries radiales, qui représentent ici des solutions de continuité dans la masse cellulosique, solutions de continuité remplies par le dépôt calcaire.

» Ces derniers cystolithes, comme ceux des Urticées, sont biréfringents et donnent une croix de polarisation distincte. Dans l'un comme dans l'autre cas, ces phénomènes persistent après la suppression du carbonate de chaux, de sorte qu'ils paraissent dus à la structure moléculaire de la masse cellulosique, et qu'on ne peut s'y appuyer pour affirmer l'état cristallin du carbonate de chaux.

» Les cystolithes de *Ficus elastica* se développent exactement comme l'a décrit Schacht ; ceux des Acanthacées apparaissent beaucoup plus tôt, se développent plus rapidement et naissent comme de très délicates proéminences de la membrane cellulosique à l'intérieur de la cavité cellulaire.

» La présence des cystolithes est restreinte au groupe des Urticinées et à la famille des Acanthacées. Une seule Scrophularinée, *Sanchezia glaucophylla* Hort., présente des formations analogues; encore cette espèce est-elle douteuse et pourrait-elle être rattachée aux Acanthacées. »

En dehors de ces deux groupes de végétaux, la présence des cystolithes a cependant été signalée par Weddel [1] chez certaines Nyctaginées et Euphorbiacées. M. O. Penzig [2] a enfin signalé chez *Momordica charantia* L. et *M. echinata* W., des formations spéciales qu'il assimile entièrement aux cystolithes, bien qu'elles en diffèrent par un certain nombre de points.

Depuis plusieurs années déjà, les recherches inédites de M. le professeur Heckel avaient établi que plusieurs points de l'histoire de ces formations demandaient à être revus de plus près, et que, surtout en ce qui concerne leur développement, les obser-

---

[1] Weddel ; article *Cystolithes*. (*Dictionnaire de Botanique* de H. Baillon.)

[2] Dr O. Penzig ; Sulla presenza di cistoliti in alcune Cucurbitacee. Padoue, novembre 1881. (*Atti del R. Institulo veneto di Scienze, Lettere ed Arti*, vol. VIII, sér. V.)

vations anciennes, portant toutes sur une seule espèce, *Ficus elastica* Roxb., n'avaient fait connaître qu'un cas particulier s'éloignant considérablement de la règle et tout à fait impropre à éclairer la signification morphologique des cystolithes. C'est sur ses conseils et sous sa direction que j'ai repris et continué ces recherches, dont je viens aujourd'hui donner les résultats. Aussi est-ce pour moi un devoir et un plaisir de témoigner à M. le professeur Heckel, au début de ce travail, ma plus vive reconnaissance pour la bienveillance avec laquelle il m'a toujours offert son aide et ses précieux conseils.

Comme on peut le voir par l'exposé historique qui précède, la présence des cystolithes a été signalée surtout dans les deux groupes des Urticinées et des Acanthacées.

D'après Weddel, il n'existe aucune plante de la famille des Urticées, la seule d'ailleurs sur laquelle portent ses travaux spéciaux, qui soit dépourvue de ces formations. On peut dire du reste que, à part quelques rares exceptions, les cystolithes se retrouvent dans les représentants de toutes les autres familles de l'ordre des Urticinées, si l'on prend ce groupe tel que l'a établi Brongniart [1], c'est-à-dire en y comprenant les Urticées, les Cannabinées, les Morées, les Artocarpées, et les Celtidées [2].

Les seuls représentants de ces familles qui ne renferment pas de cystolithes sont les Dorstenia [3]. Payen, et après lui K. Richter[4],

---

[1] La classe des Urticinées de J. Sachs, outre les Urticacées (Urticées, Morées et Artocarpées), les Cannabinées et les Ulmacées (Ulmacées et Celtidées), renferme encore la famille des Platanées. L'absence complète, dans les espèces qui composent cette dernière, de formations comparables aux cystolithes, vient ajouter un argument à ceux qui ont déterminé M. Fugairon, dans son étude anatomique des Urticinées, à écarter du groupe cette famille et à n'y conserver que celles admises par Brongniart. (S. Fugairon; *Recherches anatomiques sur le groupe des Urticinées*. Toulouse, 1879.)

[2] Les Celtidées de Brongniart comprennent les Celtidées et les Ulmacées.

[3] Payen, *loc. cit.*, pag. 81, signale le fait chez *Dorstenia contrayerva* L. et D. *arifolia* Lam.

[4] Payen, *loc. cit.*, pag. 81. — K. Richter, *loc. cit.*, pag. 24.

signalent aussi leur absence dans le genre Ulmus ; mais nous verrons plus loin que, si les cystolithes proprement dits manquent en effet chez ce genre, il est, par contre, pourvu de formations qu'on doit ranger dans la même catégorie.

Chez les Acanthacées, au contraire, les exceptions sont plus nombreuses ; les plantes de cette famille que les auteurs signalent comme entièrement dépourvues de cystolithes sont *Justicia purpurascens* Ham [1]., Acanthus mollis L., et en général tous les Acanthus [2], *Geissomeria longiflora* R. Br. [3]. Je dois ajouter à cette liste *Hexacentris coccinea* Nees, dont tous les exemplaires mis à ma disposition ne renfermaient aucune formation de ce genre [4].

D'autre part, K. Richter signale la présence d'une quantité considérable de ces corpuscules chez une Scrophularinée, *Sanchezia glaucophylla* Hort., espèce que cependant Endlicher indique comme *dubii ordinis* entre les Scrophularinées et les Acanthacées, et que l'on pourrait peut-être rattacher à ces dernières.

A part ce cas isolé, les seules familles étrangères aux Acanthacées et aux Urticinées dans lesquelles on ait, jusqu'à présent, signalé la présence des cystolithes, sont les Nyctaginées, les Euphorbiacées et les Cucurbitacées.

---

[1] H. Schacht ; *loc. cit.*

[2] Weddel ; *loc. cit.*

[3] K. Richter ; *loc. cit.*

[4] Schacht ; *loc. cit.*, pag. 149, pense que cette absence des cystolithes dans les tissus de certaines Acanthacées est liée à la présence, dans ces mêmes tissus, d'une certaine quantité d'amidon ; cette substance est, en effet, abondante chez *Justicia purpurascens* Ham., tandis qu'elle est très rare ou absente chez les Acanthacées à cystolithes. K. Richter, *loc. cit.* pag. 25, croit cependant devoir combattre cette hypothèse en faisant remarquer que l'amidon se rencontre en quantité considérable chez *Goldfussia glomerata* Nees., qui contient cependant de nombreux cystolithes. Cette objection est juste, non seulement pour cette espèce, mais pour plusieurs autres ; mais il est un fait qui mérite d'être signalé, c'est que les réserves alimentaires de la graine sont constituées uniquement par des grains d'aleurone, chez la plupart des Acanthacées, et que les seules exceptions que j'ai trouvées à cette règle sont formées par des espèces dépourvues de cystolithes (*Acanthus mollis* L., *A. Lusitanicus* H. Jew., *Hexacentris coccinea* Nees.). Je n'ai pu observer les graines de *Justicia purpurascens* H. et de *Geissomeria longiflora* R. Br.

Weddel [1], à propos des deux premières, s'exprime de la manière suivante : « L'existence des cystolithes, constatée tout d'abord dans les Figuiers, l'a été ensuite dans plusieurs autres familles de plantes. C'est ainsi que MM. Gottsche et Schacht les ont trouvés dans un grand nombre d'Acanthacées, *et l'auteur de cet article dans certains genres d'Euphorbiacées et de Nyctaginées* ; .... dans un très grand nombre d'Urticées, dans les Acanthacées, les *Jatropha*, etc., elles (ces concrétions) affectent une forme plus ou moins linéaire, etc. »

On le voit, Weddel se contente de signaler le fait en passant, et ce n'est que d'une façon tout à fait incidente qu'il donne le nom de l'un des genres (Jatropha) chez lesquels il a trouvé des cystolithes, ce qui rend assez difficile le contrôle de son assertion.

Le nombre restreint de types de ces deux familles que j'ai pu observer ne me permet pas de trancher cette question, mais je dois dire que, de toutes les espèces examinées par moi, aucune ne m'a offert de formations comparables aux cystolithes [2].

Quant à la famille des Cucurbitacées, deux espèces lui appartenant ont été signalées par M. O. Penzig [3] comme renfermant des cystolithes. La description très détaillée que l'auteur donne

---

[1] Weddel, art. *Cystolithes* du *Dictionnaire botanique de Baillon.*

[2] Parmi ces espèces, il faut signaler surtout : *Acalypha indica* L., *Jatropha Carthaginensis* Jac., *Rattlera tinctoria* Roxb., plusieurs espèces de Ricinus, Mercurialis, Croton, Buxus, etc., et *Pisonia aculeata* L. Il est regrettable que cette liste ne contienne qu'une espèce de chacun des genres Jatropha, Acalypha et Pisonia : le premier est signalé par Weddel lui-même dans son article. M. H. Baillon a bien voulu m'indiquer les deux autres comme étant de ceux où il croyait que M. Weddel avait pu rencontrer les formations cystolithiques.

Il est à noter que le limbe des feuilles, dans un certain nombre de ces plantes, présente des masses cristallines souvent assez grosses pour occuper toute l'épaisseur du limbe, et que l'on pourrait, au premier aspect, prendre pour des formations cystolithiques. Mais un examen plus attentif démontre que l'on a affaire à des mâcles d'oxalate de chaux, et il est facile de démontrer le fait en les traitant par un acide minéral, qui les dissout sans effervescence, ou par l'acide acétique, qui les laisse intactes.

[3] *Loc. cit.*

de ces corps chez *Momordica charantia* L. et *M. echinata* W. concorde entièrement avec ce que mes propres observations m'ont montré dans les mêmes espèces. Toutefois la comparaison de ces formations avec ce que nous offrent d'autres types m'engage à les considérer, non comme de véritables cystolithes, mais comme des concrétions de nature un peu différente, qu'il faudrait rattacher à celles que nous offrent certains Borraginées.

Cette dernière famille comprend un certain nombre de types manifestement pourvus de vrais cystolithes (*Tournefortia heliotropioides* Hook., *Tiaridium indicum* L., *Heliotropium Europeum* L.), et, à côté, des espèces portant des formations calcaires qui, sans revêtir exactement l'état de cystolithes, s'en rapprochent cependant beaucoup et servent d'intermédiaire entre ces corpuscules et les autres formes que peut revêtir le dépôt de carbonate de chaux dans l'intérieur des tissus végétaux.

Les indications qui précèdent suffisent pour justifier le plan suivi dans ce travail. Je dois m'occuper en premier lieu des cystolithes dans les types végétaux où ils ont été d'abord signalés, c'est-à-dire chez les Urticinées et les Acanthacées. Dans un premier chapitre, j'étudierai les tissus qui les renferment, leur forme extérieure, leur constitution intime, leur composition chimique, leur action sur la lumière polarisée. Un deuxième chapitre sera consacré à l'étude de leur développement dans les divers types; cette étude me permettra de fixer la signification morphologique des cystolithes et de les rattacher aux formations analogues des Borraginées et à toutes celles qui se présentent dans d'autres familles végétales. L'examen de ces dernières formations chez les Borraginées, les Crucifères, les Composées, les Verbénacées, les Cucurbitacées, etc., fera l'objet du troisième chapitre. Enfin, dans un quatrième, je résumerai les faits énumérés jusque-là, en donnant les conclusions de la première partie de ce travail.

Dans une seconde partie, j'étudierai les conditions de développement des formations calcaires, l'action qu'exercent sur elles les

agents extérieurs, et je m'efforcerai d'apporter quelques faits pouvant servir à la connaissance de leur rôle physiologique.

Ce plan peut se résumer ainsi :

INTRODUCTION.

PREMIÈRE PARTIE. — ÉTUDE MORPHOLOGIQUE.

CHAPITRE PREMIER. — *Étude des Cystolithes chez les Urticinées et les Acanthacées.*

§ 1. — Tissus qui renferment les cystolithes et aspect extérieur de ces corps.

§ 2. — Constitution intime des cystolithes.

§ 3. — Constitution chimique.

§ 4. — Action de la lumière polarisée.

CHAPITRE DEUXIÈME. — *Développement des Cystolithes.*

§ 1. — Chez les Acanthacées.

§ 2. — Chez les Urticées.

§ 3. — Chez les Morées, les Artocarpées, les Cannabinées, les Ulmacées et les Celtidées.

CHAPITRE TROISIÈME. — *Cystolithes et autres dépôts de carbonate de chaux dans les familles autres que les Acanthacées et les Urticinées.*

§ 1. — Borraginées.

§ 2. — Crucifères.

§ 3. — Composées.

§ 4. — Verbénacées.

§ 5. — Cucurbitacées.

CHAPITRE QUATRIÈME. — *Résumé et Conclusions de la première partie.*

DEUXIÈME PARTIE. — ÉTUDE PHYSIOLOGIQUE.

CHAPITRE PREMIER. — *Conditions de développement.*

§ 1. — Détail des Expériences.

§ 2. — Résumé.

CHAPITRE DEUXIÈME. — *Résorption des Cystolithes.*

§ 1. — Détail des Expériences.

§ 2. — Résumé.

CHAPITRE TROISIÈME. — *Résumé et Conclusions de la deuxième partie.*

PREMIÈRE PARTIE

ÉTUDE MORPHOLOGIQUE.

CHAPITRE PREMIER.

ÉTUDE DES CYSTOLITHES CHEZ LES URTICINÉES ET LES ACANTHACÉES.

§ 1. *Tissus qui renferment les cystolithes et aspect extérieur de ces corps.*

Une différence considérable se manifeste au premier abord entre les cystolithes des Urticinées et ceux des Acanthacées (auxquels il faut joindre les cystolithes de quelques Urticées, telles que Pilea, Procris, Elatostemma, Myriocarpa)[1]. En effet, tandis que les premiers (ceux de la plupart des Urticinées) se recontrent exclusivement dans les cellules épidermiques, les seconds sont répartis dans tous les tissus internes (la portion ligneuse des faisceaux fibro-vasculaires exceptée) et jusque dans la moelle.

La première conséquence de ce fait est que, chez les Urticinées, les cystolithes, relativement très nombreux dans les feuilles, deviennent beaucoup plus rares dans la tige, et sont complètement absents de cet organe dès qu'il arrive à un âge assez avancé pour que la formation du liège ait amené la disparition de l'épiderme. Jamais ces corps ne se trouvent dans la racine, où l'épiderme proprement dit n'existe pas, ou disparaît du moins de fort bonne heure[2]. Une exception apparente à cette

---

[1] Dans tout le cours de ce travail, en insistant sur les différences qui séparent les cystolithes globuleux des Urticinées et les cystolithes linéaires des Acanthacées, il doit être bien entendu que ces formations, dans la tribu des Procridées et encore chez quelques autres Urticées (Myriocarpa, *Urtica macrophylla, U. Sinensis*), se rattachent, par leurs caractères, aux cystolithes des Acanthacées, et s'éloignent, au contraire, de la forme ordinaire chez les Urticinées.

[2] J'ai d'ailleurs pu m'assurer que, dans le premier développement de la ra-

règle de position de cystolithes nous est fournie par le plus grand nombre des Figuiers à feuilles lisses, chez lesquels l'épiderme foliaire est formé de plusieurs couches : une couche extérieure de petites cellules à parois externes épaissies et cuticularisées, et deux ou trois couches de grandes cellules polyédriques, qui constituent les « couches de renforcement de l'épiderme ». Dans ce cas, c'est souvent à l'une des couches de renforcement, et non à l'épiderme proprement dit, qu'appartient la cellule cystolithique (*Ficus elastica* Roxb., Pl. IV, fig. 1 et 2 ; *F. macrophylla* Desf., Pl. IV, fig. 6 ; *F. rubiginosa* Desf., Pl. IV, fig. 8 et 9). Il ne faut cependant voir dans cette particularité que le résultat du développement un peu spécial de l'épiderme dans ces végétaux ; on peut voir, en comparant les fig. 3 à 6 de la Pl. IV, qui représentent les divers états du développement d'un cystolithe de *Ficus macrophylla* Desf., que l'épiderme est primitivement simple et formé d'une seule assise de cellules étroites et très allongées perpendiculairement au plan de la feuille ; les éléments dans lesquels apparaissent, à ce moment, les premiers rudiments des cystolithes (voir fig. 3) appartiennent donc à l'épiderme vrai. Ces éléments restent indivis, et gagnent en largeur, tandis que les autres cellules épidermiques se divisent par des cloisons tangentielles et constituent les couches de renforcement ; puis, la poussée latérale exercée par ces cellules de nouvelle formation sur les éléments cystolithiques tend à séparer ces derniers du bord extérieur de la feuille, à les refouler vers l'intérieur, et une couche de cellules venant des assises latérales peut s'insinuer au-dessus de la cellule cystolithique et lui donner l'apparence d'une cellule appartenant à la première couche de renforcement, ou à la seconde si le même phénomène s'est reproduit plus tard. Il nous faudra d'ailleurs revenir avec plus de détails sur ce point, en étudiant le développement des formations cystolithiques.

---

dicule chez les Urticées, il n'apparaît jamais de rudiments cystolithiques, même dans l'assise qui correspond à l'épiderme vrai.

Chez les Acanthacées et les Procridées, au contraire, les tissus cystolithogères existant dans toutes les parties du végétal, les corpuscules calcaires se rencontrent en aussi grande, quelquefois même en plus grande abondance dans la tige que dans le système appendiculaire. La racine même est loin d'en être dépourvue. La quantité de ces corps varie d'ailleurs dans de grandes proportions suivant l'espèce que l'on considère, et, tandis que, en général, les Goldfussia et les Ruellia en sont abondamment pourvus, d'autres types n'en contiennent que fort peu ou même pas du tout [1].

Une grande variété existe encore quant aux tissus qui servent de siège à ces formations ; s'il est vrai que tous les tissus (la partie ligneuse des faisceaux exceptée) peuvent contenir des cystolithes, il arrive souvent que, dans une espèce, ceux-ci sont limités à certaines régions spéciales. C'est ainsi que l'épiderme, qui en contient généralement fort peu, peut en être entièrement dépourvu (*Justicia sanguinea* Willd., *Fittonia Verschaffetii* Hort., *F. argyroneura* Hort.). La moelle également est entièrement dépourvue de ces formations chez *Goldfussia anisophylla* Nees, *G. isophylla* Nees, tandis qu'on les rencontre très fréquemment dans ces tissus chez *G. glomerata* Nees.

D'une manière générale, on peut dire que les tissus où les cystolithes sont le plus uniformément répandus, chez les Acanthacées, sont: le parenchyme cortical, le parenchyme libérien, et surtout le collenchyme. Ce dernier tissu en contient toujours une grande quantité, surtout sur ses limites. Les fig. 7 à 9 (Pl. I), peuvent donner une idée exacte de cette répartition ; les deux premières (7 et 8), représentant la zone collenchymateuse et le faisceau fibro-vasculaire d'une nervure de feuille de *Ruellia varians* Heyn., et la troisième, montrant la partie externe d'une coupe de tige de la même espèce, laissent voir les cystolithes ré-

---

[1] Les variations peuvent même être fort grandes dans les limites d'un même genre : tandis que *Justicia purpurascens* Ham. ne contient pas de cystolithes, d'après Schacht, d'autres Justicia (*J. carnea* Lindl., par exemple) en sont assez abondamment pourvus.

pandus dans les tissus énumérés ci-dessus, et surtout dans le collenchyme.

Ajoutons que tous les organes peuvent n'être pas pourvus de cystolithes : chez les Acanthacées, outre les tiges et les feuilles, d'autres portions du système appendiculaire contiennent généralement ces formations : le calice, par exemple, et même l'ovaire. (La fig. 3, Pl. II, montre deux cystolithes dans les parois de l'ovaire de *Goldfussia anisophylla* Nees.) Mais, d'autre part, la corolle et les étamines en sont toujours dépourvues. Je n'ai jamais pu, dans ces organes, trouver même un rudiment cystolithique, et il semblerait qu'il y ait une relation entre l'absence de ces corps et la coloration particulière des organes en question [1].

Chez les Urticinées, la fleur et le fruit sont très rarement pourvus de formations cystolithiques : dans la famille des Urticées, ces formations n'existent pas dans les organes floraux, au moins pour les types que j'ai observés. Dans les familles voisines, le fruit peut quelquefois en porter à sa surface : c'est ainsi que j'ai pu observer des poils cystolithiques bien conformés sur l'enveloppe externe des drupéoles des Morus. Chez *Ficus Carica* L., l'épiderme du réceptacle porte de nombreuses formations cystolithiques, à contenu calcaire peu abondant (voir fig. 19 à 22, Pl. IV), mais les fleurs et les fruits en sont entièrement privés.

Il est bon d'insister sur ce fait que lorsque, chez les Urticinées, les organes floraux ou ceux rapprochés de la fleur, comme le réceptacle, portent des formations cystolithiques, ces dernières se présentent toujours sous une forme qui correspond à l'un des premiers états du développement, et jamais on n'observe sur ces points de cystolithes aussi développés que ceux des feuilles

---

[1] On pourrait admettre aussi une relation entre l'absence des cystolithes et l'acidité des sucs dans les organes colorés. Cependant l'acidité bien manifeste des sucs des Urticées n'entrave en rien le dépôt des cystolithes, qui semblent complètement isolés dans leurs cellules spéciales.

adultes [1]. Je reviendrai sur ce point en faisant l'histoire du développement de ces formations, et je montrerai comment les poils calcaires des fruits de Morus ou du réceptacle de Ficus peuvent être considérés comme des cystolithes jeunes, qui sont destinés à ne jamais atteindre leur développement complet.

La forme extérieure et l'aspect des cystolithes ont été décrits bien des fois, et tous les auteurs leur attribuent la même constitution morphologique. En ce qui concerne surtout les cystolithes des Urticées, Weddel [2] a énuméré toutes les formes qu'ils peuvent revêtir et a montré comment, dans bien des cas, les dispositions spéciales de ces corpuscules peuvent fournir des caractères précieux pour la taxonomie.

Dans la plupart des Urticées, ces corps revêtent la forme de grappe et peuvent être alors complètement sphériques (*Urtica dioica* L., Pl. III, fig. 1 et 2; *Bæhmeria nivea* Hook., Pl. III, fig. 12; *Parietaria diffusa* M. K., Pl. III, fig. 13 et 14), ou allon-

---

[1] Un phénomène analogue peut se constater dans toutes les autres familles végétales où l'on rencontre des poils calcaires ou d'autres formes de localisation du carbonate de chaux. C'est ainsi, par exemple, que, pour les Borraginées, les diverses espèces de Cerinthe, Echium, Symphytum, Lithospermum, Myosotis, etc., dont j'ai examiné les fleurs, m'ont montré, sur les sépales, des formations toujours relativement simples et entièrement semblables à celles que l'on trouve sur les feuilles jeunes; ces formations demeurent toujours à cet état de simplicité, à quelque époque que l'on examine la fleur.

Il convient d'ajouter que, pour ces Borraginées comme pour les Acanthacées, la présence des dépôts calcaires est limitée aux organes verts, et qu'on n'en trouve aucune trace sur les parties telles que la corolle ou les étamines, dont la coloration est différente. Cette observation s'applique encore aux Cucurbitacées : chez *Momordica charantia* L. et *echinata* W., par exemple, les concrétions calcaires, non seulement manquent à la corolle, mais même, comme le fait remarquer M. O. Penzig (*Sulla presenza di cistoliti in alcune Cucurbitacee*. Padoue, 1881, pag. 2), dans les bractées en partie incolores qui accompagnent la fleur mâle, « on les »rencontre seulement dans les parties vertes ; elles manquent absolument sur les »points dépourvus de chlorophylle ». L'explication de ce fait nous sera fournie dans la seconde partie de ce travail ; les diverses expériences qui y sont relatées tendent en effet à démontrer qu'il y a une relation étroite entre la formation des cystolithes et l'accomplissement de la fonction chlorophyllienne.

[2] *Loc. cit.*

gés et pyriformes (*Urtica biloba* Hort., Pl. III, fig. 7; *Ficus elastica* Roxb., Pl. IV, fig. 1, etc.); cette forme est cependant loin d'être toujours très régulière, et on peut souvent rencontrer de ces corps qui, par suite du plus grand développement d'une de leurs faces, présentent un aspect plus ou moins spécial; une déformation de ce genre, subie par un cystolithe de *Ficus elastica* Roxb., a été représentée fig. 2 (Pl. IV).

L'examen microscopique montre que toute la surface de ces formations est hérissée de protubérances coniques dans lesquelles s'est plus spécialement déposé le carbonate de chaux, et qui leur donnent un aspect framboisé tout à fait caractéristique. Elles sont enfin reliées à la paroi de la cellule qui les contient, par un pédicule étroit, dépourvu de carbonate de chaux, et sur les rapports duquel nous aurons à revenir plus loin.

Si l'on fait agir sur un de ces corps un acide quelconque, on constate immédiatement une effervescence considérable et on obtient, après l'entière disparition du carbonate de chaux, une masse arrondie qui représente la base organique du cystolithe. Les protubérances ont entièrement disparu et la masse qui reste est entièrement globuleuse, stratifiée et sans aucune inégalité. Il n'est cependant pas possible de se baser sur ce fait pour conclure que les protubérances qui donnent au cystolithe son aspect framboisé sont exclusivement constituées par la matière calcaire : en effet, comme le fait remarquer K. Richter [1], on ne peut en aucun cas, avec des mesures micrométriques rigoureuses, constater une diminution dans le diamètre de la masse cystolithique après qu'on l'a traitée par un acide. J'ai même pu, dans quelques occasions, observer une légère augmentation de ce diamètre. L'action des acides, en même temps qu'elle provoque la décomposition du carbonate de chaux, détermine donc, dans le support cellulosique, un gonflement appréciable, auquel il faut attribuer la disparition des inégalités de la surface.

J'ai d'ailleurs pu m'assurer directement que, lorsqu'elle n'a

---

[1] *Beiträge zur genaueren Kenntniss der Cyst.*, etc., pag. 6.

subi aucune action déformatrice, la masse organique qui sert de support au carbonate de chaux reproduit exactement la forme du cystolithe intact et présente à sa surface les mêmes accidents. Lorsque, en effet, le carbonate de chaux est attaqué par un acide assez faible pour le dissoudre lentement sans exercer aucune action sur son support organique, par l'acide carbonique par exemple[1], on constate que, après l'entière disparition de la matière calcaire, la masse cellulosique conserve assez exactement l'aspect et la forme du corps primitif, avec les mêmes accidents de surface. La fig. 21 (Pl. III) représente le support organique d'une cystolithe ainsi traité.

Les cystolithes épidermiques de quelques orties (*Urtica Sinensis* Bl. et *macrophylla* Thumb.), et ceux que l'on rencontre dans les divers tissus des Urticées du groupe des Procridées (Pilea, Procris, Lecanthus, Elatostemma) et des Myriocarpa ont un aspect extérieur tout différent et complètement analogue à celui de ces formations chez les Acanthacées.

Dans toutes ces dernières plantes, les cystolithes sont généralement très allongés, fusiformes ou claviformes ; leur aspect peut d'ailleurs varier suivant la nature du tissu dans lequel on les observe, et l'on peut dire d'une manière générale que leur développement se ressent de la manière dont s'est effectué le développement de la cellule qui les contient. L'irrégularité de leur forme s'accentue surtout dans la moelle, et c'est dans ce tissu que se rencontrent les formations en spirale, étirées dans tous les sens ou terminées en plusieurs pointes comme une « corne de cerf », que K. Richter signale et figure chez quelques Acanthacées[2].

Dans le liber et l'écorce, comme sous l'épiderme des feuilles, la disposition des cystolithes est un peu plus régulière ; c'est

---

[1] J'indiquerai, dans la seconde partie de ce travail, comment, sous certaines influences, celle de l'obscurité par exemple, le carbonate de chaux des cystolithes des Urticées peut être attaqué lentement, probablement par l'acide carbonique de l'air, et disparaître totalement au bout d'un certain temps.

[2] *Beiträge*, etc., pag. 3, fig. 1, 2, 3 et 4.

dans ces tissus que l'on rencontre les corpuscules fusiformes et très allongés qui paraissent être la forme typique de ces corps chez les Acanthacées. Le plus souvent, le plus grand diamètre de ces cystolithes est dirigé dans le sens de l'accroissement de l'organe, de sorte que ceux des feuilles, par exemple, sont disposés parallèlement à la surface épidermique (fig. 1 et 5, Pl. I ; 2, 11, 12, Pl. II). Cette loi n'est cependant pas toujours observée, et dans quelques cas ces cystolithes allongés sont disposés perpendiculairement à la surface de la feuille ; cette disposition est nettement indiquée par la fig. 3 (Pl. I), qui représente deux cystolithes d'une feuille d'*Adathoda vasica* N., placés au milieu des cellules en palissade et dirigés dans le même sens que ces cellules ; tous les cystolithes de la face supérieure des feuilles de cette Acanthacée occupent une situation semblable et ne sont visibles que comme de simples ponctuations, lorsqu'on regarde la feuille par sa face supérieure (fig. 2, Pl. I).

On trouve encore dans ces tissus plusieurs modifications de la forme primitive : tels sont les cystolithes allongés, mais émoussés aux deux bouts, ou ceux disposés deux à deux dans des cellules placées bout à bout, et dont les deux extrémités qui se regardent sont émoussées, tandis que les autres demeurent appointies (*Barleria Prionitis* L., fig. 13, Pl. II).

Tous ces corpuscules, à quelque forme qu'ils appartiennent, sont hérissés de protubérances coniques analogues à celles des cystolithes des Urticées, et généralement répandues sur toute la masse, sans ordre apparent ; quelquefois cependant ces protubérances s'allongent et se disposent régulièrement à la surface du cystolithe, de manière à former une série de rangées longitudinales (*Peristrophe speciosa*, fig. 12, Pl. II).

Il est plus que probable que la constitution de ces protubérances est tout autre chez les Acanthacées que dans les cystolithes ordinaires des Urticées, et que leur masse entière est constituée par le carbonate de chaux, sans que la base organique intervienne. En effet, après avoir traité ces corps par un acide quelconque, on observe, non seulement que la masse cellulosique qui

subsiste ne présente aucune inégalité, mais encore que ses dimensions sont plus faibles d'environ un dixième que celles du cystolithe primitif. Si l'on tient compte du gonflement qu'a dû subir ce support cellulosique, sous l'action de l'acide, on voit que l'on doit considérer toute la partie externe du corpuscule comme formée par un dépôt de carbonate de chaux pur. Ce dépôt atteint son maximum d'épaisseur aux extrémités, car c'est sur le grand diamètre que porte surtout la réduction des dimensions.

Il n'est cependant pas possible de constater directement si les inégalités de la surface font réellement défaut dans la base organique, ou si leur absence est uniquement due au gonflement de la cellulose. Ici, en effet, il est impossible d'employer le moyen de constatation directe qui m'a servi pour les cystolithes de *Ficus elastica* Roxb. [1] J'ai essayé d'y suppléer en déterminant la dissolution du carbonate de chaux au moyen de l'acide acétique aussi étendu que possible, de manière à obtenir une dissolution très lente, dont on pouvait bien suivre la marche, et qui risquait moins d'agir sur le support cellulosique : les préparations obtenues par ce moyen ne diffèrent pas de celles faites avec l'aide d'un acide énergique, et la surface du support organique présente exactement le même aspect. Cependant l'emploi de ce procédé sur les cystolithes de *Ficus elastica* Roxb. m'avait permis de conserver, au moins en partie, leurs inégalités.

Les cystolithes globuleux des Urticées sont toujours pourvus d'une tige relativement assez grosse et très apparente, qui les relie à la paroi de la cellule cystolithique. Cette tige, comme l'a vu et représenté Weddel [2], pénètre assez profondément dans le corps même de la formation, et son extrémité devient le centre du dépôt de couches concentriques de cellulose qui constituera la base organique du corpuscule. L'autre extrémité de cette tige va

---

[1] Voir, à ce sujet, la seconde partie de ce travail : l'action exercée sur le carbonate de chaux des cystolithes d'Urticées, par l'acide carbonique de l'air, ne peut plus se constater lorsque l'expérience porte sur une Acanthacée.

[2] *Ann. des Sc. nat., Bot.*, sér. 4, vol. II.

s'attacher à la paroi cellulaire, et son point d'attache est déterminé assez rigoureusement : lorsque la cellule cystolithique est épidermique, la tige vient s'insérer sur la portion de la paroi qui est libre de tout contact avec les cellules voisines, c'est-à-dire sur la paroi extérieure. Cette paroi est tantôt en continuité parfaite avec celle des autres éléments épidermiques (Pl. III, fig. 7, 12, 14, etc.), tantôt au contraire elle fait une légère saillie au-dessus du niveau de l'épiderme, ou se trouve faiblement déprimée au-dessous de ce niveau (Pl. V, fig. 20, 21) ; cette paroi peut même, dans certains cas, former une éminence plus ou moins accusée, ressemblant à l'ébauche d'un poil. Des faits de ce genre ont été cités par Weddel [1] chez *Ficus montana* Burm., et par Schacht [2] chez *Ficus australis* Willd. ; j'aurai à les rappeler plus loin et à insister alors sur la signification qui peut leur être donnée.

Lorsque l'épiderme, comme chez les Ficus à feuilles lisses, subit une segmentation qui donne naissance à des couches de renforcement, la cellule cystolithique, qui primitivement était toujours épidermique, peut se trouver plus tard refoulée au-dessous des tissus de nouvelle formation, de sorte que, dans la feuille adulte, elle semble appartenir à la première ou à la seconde couche de renforcement de l'épiderme (*Ficus elastica* Roxb., Pl. IV, fig. 1, 2 ; *F. rubiginosa* Desf., Pl. IV, fig. 9 ; *F. macrophylla* Desf., Pl. IV, fig. 6). Dans ce cas, le point d'insertion du pédicule se trouve déterminé par la situation primitive de la cellule ; au moment de la formation du rudiment cystolithique, cette dernière appartenait à l'assise épidermique encore simple (Voir, Pl. IV, les fig. 3, 4, 5, 6, qui représentent les divers stades de formation d'un cystolithe de *F. macrophylla* Desf.), et le pédicule s'insérait sur sa face externe libre ; plus tard, lorsque la cellule a été refoulée au-dessous de l'épiderme, son orientation n'a pas changé, et le point d'insertion se trouve toujours à sa

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 268, note; pl. XVIII, fig. 2.

[2] *Abhandl. der Seukenb. Gesells.*, 1, pag. 133.

partie culminante la plus rapprochée de la surface épidermique.

Meyen [1] a fait remarquer que, chez *F. elastica* Roxb., ce point d'insertion, lorsqu'on le regarde par en haut, se trouve coïncider avec un point où un certain nombre de cellules épidermiques se touchent en forme de rayon. Ce fait se reproduit chez les autres Ficus à feuilles lisses que j'ai pu observer [2] ; il n'est d'ailleurs pas rare de trouver, autour d'une cellule cystolithique, une disposition spéciale des éléments épidermiques. La fig. 13 (Pl. V) représente, vu de face, un cystolithe de *Parietaria diffusa* M. K., qui montre la cellule cystolithique entourée d'une rangée de cellules épidermiques disposées en rosette, et dont les parois latérales, épaissies et rectilignes, se différencient complètement des autres éléments de l'épiderme, à contours plus ou moins sinueux. Une disposition analogue se retrouve chez *Celtis australis* L. (Pl. V, fig. 4) : la partie externe de la cellule cystolithique est ici très réduite et entourée d'une rangée de cellules polygonales, comme les autres cellules épidermiques, mais beaucoup plus grandes que ces dernières. Chez *Humulus lupulus* L. (Pl. V, fig. 25 à 30), les cellules qui entourent les cystolithes ont leurs parois latérales épaissies et rectilignes, et leur cavité est occupée par un dépôt de cellulose incrusté de carbonate de chaux, dépôt analogue à celui que nous aurons à examiner plus loin dans les cellules qui entourent la base d'un grand nombre de poils calcaires, notamment chez les Borraginées.

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 262.

[2] Ce fait, général chez tous les Ficus dont les cellules cystolithiques, à l'état adulte, sont situées au milieu des couches de renforcement de l'épiderme, s'explique par la manière même dont ces cellules ont acquis leur situation : la cellule cystolithique était primitivement un élément épidermique. Plus tard, la croissance des cellules voisines les a amenées à s'insinuer au-dessus de cet élément, et à exercer sur sa partie supérieure une poussée latérale dont le résultat a été de la refouler vers le bas. Ces éléments épidermiques, qui se sont insinués au-dessus de la cellule cystolithique, sont donc provenus des éléments qui entouraient celle-ci, et partant, au début, de sa périphérie, ils ont dû, en s'accroissant, venir se rejoindre au-dessus de son centre, c'est-à-dire au-dessus du point où était inséré le pédicule du cystolithe.

En ce qui concerne les cystolithes des Acanthacées et les cystolithes linéaires de quelques Urticées, leur situation spéciale dans les tissus les plus différents exclut toute idée de constance dans l'orientation du point d'insertion du pédicelle. Ce dernier est d'ailleurs beaucoup plus court et plus fin que dans les cystolithes globuleux des Urticées, et souvent même il devient impossible de le distinguer.

Weddel et Schacht ont les premiers observé ce fait, en s'occupant des cystolithes des Acanthacées ; le dernier surtout constate[1] que, dans les cystolithes situés dans l'épiderme de ces dernières plantes, le pédicelle est toujours perceptible si on examine dans des conditions favorables, mais très court et très mince, et que dans les tissus internes il est impossible de démontrer dans tous les cas la présence de cet appendice. Il en conclut que la tige doit, dans ce dernier cas, subir, à mesure que le cystolithe s'accroît, une résorption complète.

K. Richter[2] confirme ces assertions ; s'il a souvent réussi à voir la tige des corpuscules de l'épiderme et de la moelle, il n'a pu que très rarement l'observer dans les cystolithes de l'écorce de l'aubier ; il est donc conduit à adopter les conclusions de Schacht. Ces conclusions paraissent d'ailleurs entièrement légitimes, car il est bien difficile d'admettre que les cystolithes des tissus internes possèdent tous un pédicelle, lorsque l'observation la plus attentive, faite sur de bonnes préparations, ne parvient pas, dans la grande majorité des cas, à en laisser soupçonner l'existence. Il est d'autre part certain que ce pédicelle a toujours existé dans les premiers moments de l'évolution du cystolithe, car cette partie est la première qui apparaisse, et c'est autour d'elle que s'organise la formation tout entière. Mais, une fois qu'il s'est formé, il ne paraît pas subir de développement ultérieur, de sorte que, lorsque le cystolithe grossit, les nouvelles couches de cellulose et de carbonate de

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 143 et seq.

[2] *Loc. cit.*, pag. 7.

chaux qui se déposent l'entourent complètement, n'en laissant libre qu'une très faible longueur; il est possible que dans les tissus internes l'accroissement de la masse cystolithique, continuant après que pédicelle a été complètement recouvert, détermine sa séparation de la membrane cellulaire. C'est là un point sur lequel il me faudra revenir en décrivant le développement de ces formations. K. Richter a vu en outre que, dans la plupart des cas, cette tige s'attache sur le cystolithe en des points différents, mais qui dépendent le plus souvent de la forme même du corpuscule; ce point, dans les cystolithes fusiformes ou émoussés aux deux bouts, serait situé vers le milieu du côté longitudinal : dans ceux en fer à cheval, au milieu de la face convexe; dans les cystolithes à forme irrégulière, d'une façon tout à fait variable. K. Richter ajoute n'avoir pu vérifier l'assertion de Schacht, que, dans les cystolithes cunéiformes, c'est-à-dire émoussés à un bout et appointis à l'autre, la tige est fixée sur le bout émoussé; j'ai pu voir à plusieurs reprises cette disposition, notamment dans les cystolithes de cette forme que renferme l'épiderme de *Barleria Prionitis* L. (Pl. II, fig. 13).

Quant au point d'insertion de la tige sur la paroi cellulaire, il ne peut avoir une orientation déterminée toutes les fois qu'il s'agit de cystolithes contenus dans les tissus internes. Lorsque la cellule est épidermique, sa surface externe est généralement très développée (fig. 1, 2, 11, 12, 13, Pl. II, fig. 1, Pl. I), et c'est sur le milieu de cette face qu'a lieu l'insertion. Schacht avance cependant que ce fait n'est pas constant et que l'on doit, dans ce cas même, pouvoir constater quelquefois l'insertion de la tige sur une des parois latérales de la cellule; K. Richter met en doute cette affirmation, dont il n'a pu vérifier la légitimité. Il est incontestable cependant que, chez *Barleria Prionitis* L. tout au moins, le point d'attache des tiges des deux cystolithes voisins est sur la paroi transversale qui sépare les deux cellules cystolithiques.

§ 2. *Structure intime des cystolithes.*

Un autre point de grande importance doit être mentionné dans l'histoire morphologique des cystolithes : c'est la structure même de leur base organique. Schacht[1] a le premier étudié cette structure et s'en est fait un argument pour combattre les idées de Meyen et de Payen sur la constitution de ces corps. Il montra que la cellulose qui constitue cette base organique est disposée en couches concentriques autour d'un point représenté par l'extrémité du pédicelle, et cela non seulement dans les cystolithes globuleux des Urticées, mais encore dans les formations linéaires des Acanthacées. Il signala en même temps des stries radiales perpendiculaires sur les strates concentriques et rayonnant, autour d'un centre, dans toute la masse stratifiée. Ces stries radiales, visibles sur les cystolithes de Ficus débarrassés de leur carbonate de chaux, sont également très bien marquées sur la coupe transversale des cystolithes d'Acanthacées (Voir les diverses figures Pl. I et II).

Sachs[2] a expliqué la présence de ces stries en admettant que la masse cellulosique du cystolithe est constituée par des couches alternativement plus riches et plus pauvres en eau, et il donne la même explication pour les stries radiales, de sorte qu'il faudrait voir dans ces formations les analogues des stries qui se forment dans l'épaisseur de toute membrane cellulaire.

Kny[3], à son tour, a examiné et figuré la constitution de ces corps chez *Ficus elastica* Roxb., mais il croit devoir en donner une tout autre explication : pour lui, en effet, les stries concentriques sont bien dues à une alternance de couches cellulosiques plus ou moins aqueuses, mais les stries radiales seraient formées par des « fibres du tissu cellulaire » qui, traversant la masse

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 147 et seq.

[2] *Loc. cit.*, pag. 70.

[3] *Loc. cit.*

organique, formeraient une sorte de charpente destinée à soutenir le reste de la masse. Il se base, pour émettre cette opinion, sur la coloration bleue beaucoup plus intense que détermine dans ces lignes radiales l'action du chlorure de zinc iodé.

Enfin K. Richter [1], revenant sur cette étude et examinant, au point de vue de leur structure, un certain nombre de formations cystolithiques d'Urticées et d'Acanthacées, est amené à établir une distinction absolue entre ces deux sortes de formations et à donner aux stries radiales des cystolithes d'Urticées une signification tout autre qu'à celles des cystolithes d'Acanthacées. Il nous faut examiner avec soin ses conclusions.

« Chez le Ficus, dit-il [1], la masse de la substance organique qui reste (après l'action d'un acide) est assez considérable. Nous voyons ici une tige assez grosse... Cette tige s'étend à peu près vers le milieu du corps du cystolithe..., et est revêtue à son extrémité, en forme de capuchon, de stratifications de tissu cellulosique qui se confondent peu à peu, à la base de la tige, avec la substance de celle-ci, qui ne paraît pas stratifiée. Il ne m'est pas possible de distinguer si ces stratifications se continuent jusqu'à la tige ou peut-être même à la paroi cellulaire; cependant un gonflement des parties de la membrane cellulaire voisines du point d'insertion de la tige laisse, ici aussi, voir une stratification ; ce fait semble fournir une confirmation de la supposition précédente. Contrairement aux assertions de Meyen et de Schacht, je n'ai pas pu, plus que Weddel et Duchartre, voir une stratification distincte dans le pédicelle.

» Ces stratifications du tissu cellulosique sont traversées par des lignes radiales qui se perdent à leur extrémité, et qui, mentionnées déjà par Schacht, furent soumises à un examen plus approfondi par Sachs et par Kny. Ces stries, ainsi que Kny le fait remarquer avec raison, se colorent en bleu foncé lorsqu'on ajoute du chlorure de zinc iodé, et cela, à la vérité, avec une intensité plus grande que la masse stratifiée qui les entoure. Cette obser-

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 10 et seq.

vation fit supposer à Kny une structure qui ne saurait rencontrer aucun analogue dans tout le règne végétal, c'est-à-dire des fibres du tissu cellulaire qui soutiennent la masse stratifiée, et formeraient de la sorte, pour ainsi dire, des piliers dans l'échafaudage de la base organique. Je ne puis cependant pas me rallier à cette opinion, qui me semble, au contraire, être directement réfutée par une de mes observations : en effet, si l'on fait bouillir assez longtemps dans de la lessive de potasse une coupe de feuille de *Ficus elastica* Roxb., ce dessin disparaît complètement dans tous les cystolithes, même dans ceux qui le montraient d'une manière particulièrement distincte ; et l'on ne s'expliquerait pas comment ce procédé pourrait faire disparaître une fibre du tissu cellulaire. »

. . . . . .

»Les cystolithes sont tout différents chez les Acanthacées ainsi que chez les espèces de Pilea, Elatostemma et Myriocarpa. Avant tout, la base organique est ici beaucoup plus pauvre en substance, de sorte que, après la disparition du carbonate de chaux, on a besoin d'objectifs assez forts pour apercevoir distinctement ces corps. A la première vue, ces corpuscules aussi montrent une stratification concentrique et le dessin radial décrit plus haut, de sorte que, dans la structure, il n'y a pas de différence essentielle entre eux et les cystolithes de la plupart des Urticées. Cependant un examen plus approfondi nous apprend que la strie radiale chez les Acanthacées a une signification tout autre que chez les Urticées. La stratification, également, offre ici un aspect en général différent. En effet, comme les stratifications convergent vers le point d'insertion de la tige, et que celle-ci est très souvent rattachée au côté longitudinal, et, dans ce dernier cas même, pas toujours au milieu, les stratifications se perdent souvent très irrégulièrement et ne présentent que rarement le développement régulier qu'elles ont chez le Ficus. Dans les corpuscules cunéiformes, et mieux encore dans les corpuscules en massue de l'écorce et de l'aubier, c'est même une règle que les stratifications deviennent considérablement plus fortes vers la pointe, tandis que du

côté émoussé elles deviennent si minces qu'on peut à peine encore les distinguer.»

. . . . . .

» Jusqu'ici, les différences avec les cystolithes de Ficus apparaissent seulement comme une conséquence du mode différent de développement et de la forme de ces corps. Il en est autrement du dessin radial. Il est vrai que lui aussi, du moins sur les sections transversales faites à travers les corpuscules en forme de pique ou de fuseau, est tout à fait semblable à celui de Ficus ; mais l'examen de ces corps suivant leur diamètre longitudinal nous apprend déjà que ce dessin a ici une tout autre signification que dans l'autre cas. En effet, il se présente toujours sous forme de courtes lignes longitudinales qui couvrent le cystolithe. En les faisant bouillir dans la lessive de potasse, on ne leur fait subir aucun changement, alors même qu'on continue le traitement jusqu'à ce que les cellules isolées se détachent presque de leur substance conjonctive. Ce dernier fait est sans doute celui qui montre le plus distinctement la différence entre les deux phénomènes. Un examen plus approfondi montre qu'il semble exister ici une interruption locale de la substance organique, de sorte que le corps tout entier semble, pour ainsi dire, traversé par des nervures longitudinales. Aussi, d'après l'observation du procédé de dissolution du carbonate de chaux, il paraît certain qu'il se fait ici, non seulement un dépôt, mais une stratification de la matière calcaire.....»

Tous les faits avancés par K. Richter sont rigoureusement exacts; et il est facile de constater sur de bonnes préparations la différence qui existe, au point de vue de la structure interne, entre les cystolithes globuleux des Urticées et ceux linéaires des Acanthacées. Mais, autour de ces faits, peuvent s'en grouper quelques autres qui nous laissent entrevoir la possibilité d'expliquer cette différence de structure.

C'est avec raison que Sachs a comparé aux couches et aux stries d'une membrane cellulaire les zones concentriques et les lignes radiales des cystolithes d'Urticées : comme toute membrane

cellulaire, la masse cellulosique de ces corps doit être considérée comme formée de molécules de cellulose, molécules plus ou moins grosses, et entourées d'une atmosphère aqueuse plus ou moins épaisse, l'épaisseur de cette atmosphère augmentant en raison inverse de la grosseur de la molécule. Le groupement de molécules grosses à mince enveloppe aqueuse constitue une zone dense, la réunion de molécules faibles à enveloppe aqueuse considérable formant, au contraire, une zone de faible densité et peu réfringente. Le groupement de ces zones inégalement riches en eau constituent les couches et les stries de la masse cellulosique [1].

Cependant la stratification concentrique et radiale de la base organique d'un cystolithe, si elle repose, comme celle d'une membrane cellulaire, sur l'inégale répartition de l'eau dans sa masse, diffère pourtant de cette dernière par les conditions dans lesquelles elle se forme et par la disposition qu'elle affecte. Que l'on adopte, en effet, pour expliquer l'accroissement des parties organiques de la cellule, la théorie de l'intussusception, développée par Nageli [2], ou celle de l'apposition, reprise sur de nouvelles bases par Schimper [3], on doit attribuer la formation des strates et des stries à l'action des forces moléculaires qui s'exercent dans le corps en voie d'accroissement. Dans la membrane cellulaire, ces forces sont de deux ordres au moins : celles développées par le fait même de l'accroissement et celles qui résultent de la distension de la membrane due à la turgescence de la cellule. Dans le corps du cystolithe, au contraire, qui est isolé au centre d'une cellule, la turgescence de cette dernière ne peut exercer aucune action, et nous n'avons à considérer que les forces développées par l'accroissement lui-même.

Si donc nous voulons, au point de vue du mécanisme de l'accroissement et de la formation des couches, établir une compa-

---

[1] Botanische Mittheilungen. (*Sitzungsb. der K. baier. Ak. der Wiss.*, mars 1862.)

[2] Bot. Mitt.; *Die Stärkekörner*, 1858.

[3] Recherches sur l'accroissement des grains d'amidon. (*Bot. Zeit.*, 1881). Traduction abrégée dans les *Ann des Sc. nat., Bot.*, sér. 6, vol. XI, pag. 265.

raison entre la masse organique du cystolithe et une autre des parties organiques de la cellule, cette comparaison devra porter, non pas sur la membrane cellulaire, malgré son identité de constitution chimique, mais bien plutôt sur un corps isolé dans la cavité cellulaire, un grain d'amidon par exemple, qui doit être soumis à très peu près aux mêmes conditions.

Un certain nombre de faits viennent d'ailleurs confirmer cette assertion : si l'on examine en effet avec soin les diverses couches concentriques d'un cystolithe, on voit que la couche la plus externe est toujours une zone dense et réfringente ; la partie centrale au contraire est toujours molle et aqueuse. Au début, la masse cystolithique, encore très jeune, est entièrement homogène et dense ; plus tard, elle se différencie en une masse centrale molle et peu réfringente et une couche superficielle dense ; cette dernière se divise à son tour en trois couches, dont la moyenne est plus riche en eau ; le nombre des couches s'accroît ainsi successivement, l'externe demeurant toujours la plus dense. Enfin on peut constater aisément que la quantité d'eau contenue dans le corpuscule augmente de dehors en dedans ; dans la même mesure diminuent la densité et le pouvoir réfringent ; cette modification n'est pourtant pas continue de la surface au centre, mais alternative, grâce à l'alternance des couches. En d'autres termes, une couche dense située vers l'extérieur du grain contiendra plus d'eau qu'une autre couche dense plus interne, et, de même, les couches molles internes sont plus molles et moins réfringentes que les couches molles de la périphérie.

Tous ces caractères, constatés depuis longtemps dans les couches concentriques d'un grain d'amidon, confirment la supposition qui précède et établissent une conformité parfaite entre les forces qui agissent sur ces deux sortes de formations pendant leur développement, et qui déterminent leur organisation spéciale.

Avant d'examiner comment ces forces peuvent, dans le cas qui nous occupe, provoquer des particularités de structure telles que les stries radiales signalées plus haut, il convient de rappeler

comment elles agissent dans le cas, déjà bien étudié, du grain d'amidon. Les théories émises à ce sujet peuvent se réduire à deux : celle de l'intussusception, soutenue par Nageli, et celle de l'apposition, développée par Schimper. Ce n'est pas ici le lieu d'entrer dans la discussion de ces théories, et je baserai mon raisonnement sur la plus récente et la plus satisfaisante à mon avis, celle de Schimper, tout en faisant remarquer que les développements que je serai obligé de lui donner peuvent également s'appliquer à l'hypothèse de l'intussusception.

« Dans un grain d'amidon, d'après M. Schimper [1], la substance est, au début, homogène et dense ; elle absorbe de l'eau et se gonfle ; mais l'emmagasinement de l'eau n'est pas le même dans toutes les directions ; il est beaucoup plus fort parallèlement à la stratification que dans le sens du rayon, et dans les couches les plus externes que dans celles plus internes [2]. Ce gonflement inégal cause nécessairement des tensions dans le grain, tensions positives dans chaque assise relativement à celle qui la suit de dehors en dedans. Si, en effet, toutes les assises absorbent une même quantité relative d'eau, l'accroissement en surface de l'externe sera plus considérable, sa surface étant déjà plus grande, et, par suite, son rayon s'allongera plus fortement que celui de l'interne ; de là naîtra une tension radiale tendant à séparer les deux assises, tension positive dans la plus externe, négative dans la seconde ; mais, pour les mêmes motifs, celle-ci acquerra également une tension positive vis-à-vis de la troisième, et ainsi de suite. En somme, une assise quelconque, prise dans le grain, est

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 271 et seq.

[2] Ce fait tient lui-même à ce que la cohésion est beaucoup plus faible dans le sens tangentiel que dans le sens radial ; on peut s'en assurer en écrasant un grain d'amidon : on voit s'y produire des fentes radiales nombreuses, mais jamais de fentes dans le sens de la stratification. Le même phénomène se produit dans les cystolithes. Il est surtout très apparent et très facile à constater dans les cystolithes de petite dimension et dans ceux encore jeunes. L'écrasement détermine la division de la masse en sept ou huit lobes, et les fentes qui produisent cette division sont *toujours* perpendiculaires à la stratification concentrique.

douée d'une tension positive vis-à-vis de l'assise qui la suit et négative vis-à-vis de celle qui la précède.

» Ces tensions augmentent jusqu'à atteindre la limite d'élasticité ; alors la partie centrale étirée se gonfle en perdant sa réfringence première, et ce gonflement a pour effet de diminuer la tension. Mais bientôt celle-ci redouble d'intensité, par suite de l'apposition d'une nouvelle assise de molécules ; la couche externe dense est tiraillée dans sa partie moyenne, qui absorbe de l'eau et constitue une assise pâle comprise entre deux assises brillantes, et ainsi de suite. Les parties internes, en bloc, sont constamment tiraillées par les parties environnantes, leur capacité pour l'eau augmente, et c'est pour cette raison que les parties internes du grain résistent moins bien au gonflement et aux dissolvants que les externes[1]. »

Les considérations qui précèdent peuvent, on le voit, expliquer fort bien la formation des stries concentriques dans la base cellulosique des cystolithes. Mais il faut les étendre un peu si l'on veut concevoir la formation des stries radiales, qui, on le sait, n'existent pas dans un grain d'amidon.

Les tensions radiales qui s'exercent sur chacune des couches constituant le corps en voie d'accroissement sont positives dans chaque assise relativement à l'assise inférieure. Ces tensions tendent à être équilibrées par l'absorption d'eau qui se produit dans

---

[1] Les calculs de Nägeli établissent en effet que, dans de telles conditions, les quantités absolues d'accroissement sont, pour chaque couche, proportionnelles au carré du rayon, et que, par suite, la force radiale (de cohésion) qui fait équilibre à la tension superficielle est inversement proportionnelle au rayon, et la force de tension (séparatrice) inversement proportionnelle au carré du rayon. Il s'ensuit que, plus les couches se rapprocheront du centre, plus la force séparatrice augmentera proportionnellement à la force de cohésion ; par conséquent, les couches les plus aqueuses devront se trouver au centre. C'est à ce fait qu'est due, sans aucun doute, la particularité observée par K. Richter dans les cystolithes d'Urticées : « Les stratifications du tissu cellulosique, dit-il, se confondent peu à »peu, à la base de la tige, avec la substance de celle-ci, qui ne paraît pas stra»tifiée. » Et plus loin, à propos des cystolithes d'Acanthacées, il ajoute : « Le »centre du corpuscule *ne montre plus ici de stratification* et ressemble souvent »à un espace vide. » Ces deux faits peuvent se vérifier aisément.

les parties les plus tiraillées. La résultante de toutes ces tensions, résultante plus ou moins forte suivant que l'équilibre s'est plus ou moins complètement établi, peut donc être considérée comme une force unique, égale dans tous les sens et appliquée au centre de la sphère. Or la mécanique démontre que, dans une sphère homogène [1] soumise à l'action d'une telle force, la rupture se produit par des fentes qui coïncident avec les grands cercles de la sphère. C'est ce qui se produit dans nos cystolithes.

Dans un grain d'amidon, la tendance à l'équilibre entre les forces radiales et le gonflement des parties les plus tiraillées est toujours à peu près satisfaite, de sorte que, en aucun moment du développement, la résultante des forces radiales n'est assez considérable pour vaincre la cohésion et pour déterminer la formation de fentes. On peut attribuer ce fait à ce que, dans le grain, la croissance est relativement assez lente et la rapidité de pénétration de l'eau dans la masse assez considérable pour que l'équilibre puisse s'établir à chaque moment. Dans ce cas, il y a formation de zones concentriques, alternativement plus molles et plus denses, mais les stries radiales ne peuvent pas apparaître.

Dans le cystolithe globuleux d'une Urticée, au contraire, nous pouvons admettre que le dépôt de substance nouvelle est assez rapide, relativement au pouvoir de pénétration de l'eau, pour que l'équilibre ne puisse pas s'établir complètement. Dans ce cas, l'eau, pénétrant dans le corps et s'accumulant dans les parties les plus tiraillées, produirait, comme dans le cas précédent, une formation de zones concentriques alternativement denses et molles ; mais en outre, les forces de tension radiales n'étant pas entièrement équilibrées par ce dépôt aqueux, leur résultante finirait, au bout d'un certain temps, par acquérir assez de force

---

[1] Dans le cas spécial qui nous occupe, la sphère n'est pas rigoureusement homogène, puisque la densité varie dans ses différents points. Mais, avant la formation des stries radiales, elle est constituée par des calottes sphériques emboîtées, alternativement plus molles et plus denses, mais dont chacune est homogène dans ses diverses parties. Nous pouvons donc sans inconvénients, au point de vue mécanique, considérer la sphère elle-même comme homogène.

pour vaincre la cohésion des molécules de cellulose et pour produire, suivant la direction des grands cercles de la sphère, un écartement plus ou moins considérable des molécules, écartement qui permettrait, en ces points, l'introduction d'une nouvelle quantité d'eau. D'où formation de zones aqueuses dirigées suivant le plan des grands cercles; les traces, sur la coupe, de ces zones constituent des lignes radiales, perpendiculaires sur les couches concentriques.

Si nous admettons maintenant que, le pouvoir de pénétration de l'eau et la nature, et par conséquent le degré de cohésion des particules déposées, demeurant les mêmes, l'accroissement devienne beaucoup plus rapide, la force de séparation s'exerçant suivant les grands cercles pourra devenir encore plus puissante et, agissant plus rapidement, déterminer alors, non plus seulement une distension de la substance et une augmentation de sa teneur en eau sur certains points, mais même une séparation effective des molécules. Les lignes suivant lesquelles s'effectuerait cette séparation seraient d'ailleurs toujours dirigées suivant le plan des grands cercles et, par suite, perpendiculaires sur la stratification concentrique. Ainsi pourrait s'expliquer la formation des stries radiales des cystolithes d'Acanthacées, stries qui, nous l'avons vu, répondent, non plus à des zones plus ou moins aqueuses, mais à de véritables solutions de continuité dans la masse cellulosique [1].

Il faut ajouter ici que, comme je l'ai dit plus haut, ces considérations pourraient conserver leur valeur, si l'on voulait admettre, pour l'accroissement des corps organiques de la cellule, la théorie de l'intussusception [2].

---

[1] Notons que les cystolithes d'Acanthacées, plus volumineux et plus pauvres en substance organique que ceux des Urticées, ont un développement incomparablement plus rapide, ce qui semblerait venir à l'appui de la supposition.

[2] En effet, Nägeli (*Die Stärkekörner*) admet que la pénétration par intussusception de la solution mère à l'intérieur d'un grain d'amidon détermine le dépôt de nouvelle substance sur les molécules déjà existantes et, en même temps, la formation de petites molécules nouvelles. Ce dépôt s'effectue dans les points de

§ 3. *Constitution chimique des cystolithes.*

Les premières observations sur la constitution chimique des cystolithes sont dues à Meyen, qui [1] les considérait comme formés de gomme ou d'une substance analogue et les désignait sous le nom de *masses claviformes gommeuses* (*Gummikeulen*). Meyen se basait, pour appuyer cette opinion, sur le très fort gonflement de ces corps dans l'eau bouillante et sur le renflement subit de toute la masse lorsqu'on la traite par les acides minéraux. Cette opinion était aussi celle de Schleiden [2], qui désigne sous le nom de *masses gélatineuses incrustées de carbonate de chaux* les cystolithes de Justicia et d'Eranthemum. Il faut ajouter cependant que cette opinion n'était pas émise par lui d'une façon absolue et qu'il ne la donnait qu'avec doute.

Payen seulement a fait [3] sur ce point des observations complètes et a démontré que, après avoir, par un acide quelconque, débarrassé les cystolithes de leur incrustation calcaire, on peut colorer en bleu la base organique de ces corps, en la traitant par l'iode et l'acide sulfurique. Il ne pouvait donc assimiler cette sub-

---

moindre résistance, c'est-à-dire dans le sens de la stratification ; de là naît, entre les couches, une tension radiale positive dans chaque couche relativement à celle qui la suit, et un écartement des molécules, écartement qui sera surtout considérable dans les points où la tension sera plus forte. Dans les points où se produira cet écartement, il pourra y avoir dépôt de nouvelles molécules, petites et entourées d'une épaisse atmosphère aqueuse, et par conséquent formation d'une zone plus molle. Dans ce cas, comme dans le précédent, les forces de tension seront plus ou moins rapidement équilibrées suivant que la pénétration de la solution mère (et par conséquent le dépôt de nouvelles molécules) sera plus rapide, et, dans le cas où l'équilibre ne s'établirait pas assez vite, la résultante des forces radiales déterminera encore l'écartement des molécules suivant des zones radiales. En ces points, il y aura, soit dépôt de nouvelles molécules aqueuses et formation de lignes claires, soit (si l'accroissement est encore plus rapide) rupture effective et formation de fentes.

[1] *Loc. cit.*, pag. 260, de la trad. franç.

[2] *Loc. cit.*

[3] *Loc. cit.*, pag. 85.

stance qu'à la cellulose, et c'est cette réaction, jointe à l'aspect extérieur des cystolithes débarrassés de leur incrustation calcaire, qui les lui faisait considérer comme formés par un agrégat de cellules très délicates, destinées à la sécrétion de la matière calcaire. Payen a montré, en outre, que l'incinération de ces corps laisse pour résidu un réseau siliceux très léger.

Schacht, enfin, constatait[1] aussi que la masse organique des cystolithes présente tous les caractères de la cellulose et étendait cette observation, non seulement à ces corps complètement développés, mais encore à leurs premiers rudiments. Il constatait le fait, non seulement sur les cystolithes d'Urticées, mais aussi sur ceux des Acanthacées.

Les auteurs postérieurs n'ont rien ajouté à ces données, jusqu'à K. Richter [2], qui, reprenant cette étude, a de nouveau soulevé deux questions que l'on croyait résolues.

Pour lui, s'il est impossible d'accepter l'opinion de Meyen sur la constitution de ces corps, il y a lieu de rechercher si la cellulose qui les forme est pure, ou si, mélangée à cette substance, il n'y a pas une certaine quantité de gomme qui lui donnerait ses propriétés spéciales, et notamment la faculté de se gonfler fortement dans l'eau bouillante et les acides minéraux. Il avoue n'avoir pu trancher la question, en raison de l'insuffisance des réactifs propres à déceler la présence de la gomme et des faibles dimensions des objets à étudier; mais il apporte à l'appui de son hypothèse les quelques faits suivants :

« 1° Un échantillon mis d'abord dans l'alcool et plus tard dans l'eau distillée fit voir un gonflement très fort des parties entourant immédiatement la tige; ces parties montraient, elles aussi, une stratification distincte. »

« 2° En traitant successivement par le carbonate de soude et par l'alcool des fragments de feuilles de *Ficus elastica* Roxb., on obtient un dépôt qui dénote la présence dans ces feuilles d'une certaine quantité de *bassorine*. »

---

[1] *Loc. cit.*

[2] *Loc. cit.*, pag. 13.

« 3° Ce précipité s'obtient beaucoup plus facilement avec de jeunes feuilles dans lesquelles les cystolithes ne sont pas encore incrustés de calcaire, ce qui indique un rapport entre la solubilité de la gomme et la présence de la chaux, et probablement aussi la réunion de ces deux substances dans les mêmes formations. »

« 4° Enfin, après l'extraction de la bassorine, les masses cellulosiques des cystolithes se colorent bien plus facilement qu'auparavant, sous l'action de l'iode et de l'acide sulfurique. Or la présence de la gomme produit ce résultat de diminuer la faculté de coloration de la cellulose par ces agents, ainsi que Richter s'en est assuré sur du coton imprégné d'une dissolution de gomme arabique. »

Cependant, pour Richter, ces faits ne seraient applicables qu'aux cystolithes des Urticées, ceux des Acanthacées ne contenant manifestement aucune trace de gomme.

Le second point repris par cet auteur est la question de la présence de la silice dans les cystolithes ; il confirme l'assertion de Payen, après l'avoir vérifiée au moyen de réactions plus sûres, et constate que l'on obtient un réseau siliceux en incinérant les cystolithes préalablement traités par l'acide chlorhydrique ou l'acide acétique concentrés, ou en les traitant ensuite par l'acide chromique concentré. Ce réseau n'apparaissait pas lorsque les coupes avaient été préalablement traitées par la lessive de potasse, qui dissout les composés siliceux. Ce réseau appartient toujours au corps même du cystolithe et n'existe jamais dans la tige, que l'on peut, dans tous les cas, détruire complètement par l'acide chromique ; l'acide sulfurique ne la dissout pas entièrement, cela, sans doute, par suite d'un commencement de cuticularisation (ce qui est encore confirmé par la faible coloration que donnent à cette partie du cystolithe l'iode et l'acide sulfurique).

Richter mentionne enfin que les cystolithes de *Ficus elastica* Roxb., après un séjour prolongé dans l'acide acétique (48 heures environ), prennent au centre une coloration verte qui devient jaune par les alcalis et repassse au vert par les acides. Il cite

aussi la coloration verte que prennent souvent les cystolithes de *Goldfussia anisophylla* Nees. ; cette coloration disparaît par les acides, ou tourne au rouge, chez *Sanchezia glaucophylla* Hort.

Les résultats que m'a donnés l'étude chimique des cystolithes diffèrent fort peu de ceux obtenus par Richter, que j'ai pu compléter dans quelques cas.

En ce qui concerne la présence de la gomme dans les cystolithes, je puis notamment donner une affirmation plus précise. Les quelques espèces que j'ai étudiées à ce point de vue m'ont fourni des résultats toujours identiques, mais plus ou moins apparents ; les Ficus à feuilles lisses, surtout, par la grosseur remarquable de leurs masses cystolithiques, se prêtent fort bien à cette étude ; de tous ceux que j'ai vus, *F. subpanduræformis* Wall. est celui qui m'a donné les faits les plus nets. *F. elastica* Roxb. et *F. macrophylla* Desf. laissent voir beaucoup moins facilement la constitution des cystolithes. Chez les autres Urticées, notamment chez Urtica et Parietaria, les faibles dimensions des corpuscules rendent à peu près impossible toute recherche minutieuse. Ce n'est qu'avec les plus grandes réserves que je puis dire y avoir retrouvé les faits que je vais décrire chez *F. subpanduræformis* Wall.

Mes observations ont porté sur des coupes de feuilles de ce figuier, dont les cystolithes étaient débarrassés de leur carbonate de chaux, soit par l'acide chlorhydrique très dilué (3 ou 4 p. 100 environ), soit par le séjour préalable de la feuille à l'obscurité [1]. Une différence assez grande se manifeste déjà dans l'aspect des coupes traitées de ces deux façons ; les cystolithes débarrassés de leur incrustation calcaire par l'obscurité conservent leur forme primitive sans altérations et montrent leur surface hérissée de tubercules qui correspondent aux points où s'effectuait le dépôt de carbonate de chaux ; les stries y sont très apparentes ; les plus externes suivent les contours sinueux du corps, les plus internes au contraire deviennent de moins en moins onduleuses

[1] Voir pag. 16 et 18, Notes, et la seconde partie de ce travail.

et sont près du centre tout à fait droites ; enfin, la masse cellulosique n'a pas subi de gonflement appréciable.

Dans les corpuscules traités par l'acide chlorhydrique très dilué, on voit les contours du cystolithe arrondis, sans saillies ni protubérances ; ses dimensions se sont, en outre, très fortement accrues, et il remplit maintenant à peu près toute la cavité cellulaire. Si l'on examine sa constitution interne, on constate qu'il paraît nettement séparé en deux parties : une sorte de noyau interne, qui conserve à peu près les mêmes dimensions que le cystolithe primitif et dont les contours sont irrégulièrement mamelonnés; par son aspect et la nature de ses stries, ce noyau correspond exactement à la masse entière du cystolithe dans le cas précédent. Il est entouré d'une zone beaucoup plus hyaline, dont les stries (moins fortement marquées) et les contours sont entièrement réguliers, sans aucune protubérance. A la partie supérieure, cette zone déborde sur la tige, qu'elle englobe presque totalement [1]. Enfin cette tige elle-même, au point où elle vient s'insérer sur la paroi cellulaire, présente un gonflement assez fort et prend un aspect plus hyalin.

En traitant par l'iode et l'acide sulfurique un de ces corpuscules, on pouvait assez facilement obtenir une coloration bleu violet de la masse centrale mamelonnée, mais toute la portion périphérique demeurait incolore, ce qui tendrait à démontrer qu'elle était bien de nature gommeuse.

On obtenait des résultats entièrement analogues en traitant par les acides dilués, notamment par l'acide chromique, des cystolithes préalablement dépouillés de leur matière calcaire par un long séjour de la feuille dans l'obscurité. Le contact seul de l'eau chaude suffisait souvent pour déterminer l'apparition, autour de la masse cellulosique colorable par l'iode et l'acide sulfurique, d'une épaisse couche hyaline qui demeurait incolore par les mêmes réactifs. Au contraire, cette zone ne se montrait pas

[1] On trouve même très souvent cette tige brisée, par suite du gonflement du corps cystolithique, qui presse contre les parois cellulaires. La brisure se produit toujours, dans ce cas, au-dessous même de la partie supérieure gonflée de la tige.

lorsque les coupes avaient été préalablement traitées par le carbonate de soude et l'alcool.

Il me paraît donc démontré que la masse organique qui constitue le squelette de ces cystolithes est formée de cellulose à laquelle vient s'ajouter une certaine quantité d'une substance gommeuse. C'est à cette dernière substance que seraient dues les propriétés spéciales que l'on a constatées dans la masse organique des cystolithes, notamment le gonflement que lui font subir les acides minéraux.

Toutefois ces faits, bien visibles chez *F. subpanduræformis*, le deviennent beaucoup moins chez les autres types. Il semblerait que chez *F. elastica* Roxb. et *F. macrophylla* Desf., la substance gommeuse devienne plus abondante encore, de manière à masquer à peu près complètement la masse de cellulose pure ; cette dernière ne dénote plus alors sa présence que par la coloration bleue que prend l'ensemble de la formation sous l'action de l'iode et de l'acide sulfurique.

Les cystolithes des Acanthacées ne montrent rien d'analogue, et, sous l'action des acides, leur masse ne subit qu'un gonflement très faible, qui ne suffit pas à faire admettre la présence dans leur masse d'une substance gommeuse quelconque. Il en est de même pour les cystolithes linéaires des Procridées.

La même différence existe entre les cystolithes des Urticinées et ceux des Acanthacées en ce qui concerne la présence, à leur intérieur, d'un réseau siliceux. Chez les Acanthacées, en effet, la masse tout entière des formations cystolithiques se détruit sous l'action de l'acide sulfurique concentré ou de l'acide chromique, sans laisser aucun résidu. Il ne peut donc y avoir pour ces corps aucun doute sur l'absence de la silice dans leur masse. Chez les Urticinées, au contraire, un traitement semblable laisse subsister un réseau très délicat, signalé d'abord par Payen [1]. Ce dernier auteur, cependant, n'avait pas entièrement résolu la question, car il dit lui-même avoir fait disparaître la chaux au moyen de

---

[1] *Loc. cit*, pag. 85.

l'acide chlorhydrique très étendu, pour ne pas endommager la base organique, et avoir incinéré ensuite. Il était donc fort possible que le résidu constaté après l'incinération fût formé, non par la silice, mais par un sel calcaire moins facilement décomposable que le carbonate. Cependant le même résultat a été obtenu par K. Richter[1], qui employait l'acide chlorhydrique concentré, ou l'acide acétique, et qui détruisait ensuite la matière organique, soit par l'incinération, soit par l'acide chromique. J'ai pu constater moi-même que le réseau siliceux apparaît toujours quel que soit l'acide employé, et résiste ensuite à l'action de tous les agents qui attaquent les autres composés minéraux [2]. Le seul fait qui pourrait encore faire douter de la nature siliceuse de ce résidu serait donc sa biréfringence, que signale K. Richter. Encore cet auteur fait-il lui-même remarquer que certains états de la silice amorphe, l'opale par exemple, sont biréfringents. Il avait d'ailleurs vu que ce réseau ne se formait pas lorsque le cystolithe avait au préalable été traité par la lessive de potasse bouillante.

On peut facilement répéter cette observation et constater, en outre, que les squelettes obtenus par les procédés indiqués plus haut se dissolvent sous l'action du même réactif.

On trouve dans certains ouvrages généraux une autre indication concernant la présence de la silice dans les cystolithes ; ce corps se rencontrerait, suivant ces ouvrages, dans le pédicule exclusivement. Cette erreur fut commise d'abord par Luerssen [3], qui dit expressément que dans les cystolithes le pédicule est silicifié et le corps incrusté de carbonate de chaux. Cependant, d'après un passage d'une communication de Luerssen à Wiesner [3], cette assertion ne reposerait que sur les indications du *Manuel de Botanique* de Hofmeister [3], qui lui-même reproduit les données

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 16.

[2] Le procédé auquel je me suis arrêté, comme le plus simple et le plus sûr, consiste à placer dans une goutte d'acide sulfurique concentré sur la lame de platine les coupes à examiner, et à chauffer jusqu'à ce qu'il ne reste plus sur la lame qu'un squelette blanc, formé de silice pure.

[3] *Loc. cit.*, pag. 147.

et même une des figures de Payen. Il est d'ailleurs facile de s'assurer que si le pédicule des cystolithes résiste un peu plus que les autres parties à l'action de l'acide sulfurique concentré ou de l'acide chromique, il n'en finit pas moins par se dissoudre entièrement sous l'action de ces agents, ce qui rend absolument inadmissible la présence de la silice à son intérieur.

§ 4. *Action de la lumière polarisée sur les cystolithes.*

L'examen de l'action exercée par les cystolithes sur la lumière polarisée peut fournir des indications précieuses sur leur constitution. Ces observations sont seulement très délicates, et le nombre des circonstances qui peuvent influer sur leur résultat peut expliquer les divergences considérables qui existent, à ce sujet, entre les assertions des auteurs.

Schacht, le premier, a étudié ces phénomènes et a constaté que les cystolithes dépolarisent la lumière polarisée et apparaissent éclairés lorsque le champ du microscope est noir. Il conclut à leur biréfringence.

Sachs [1], au contraire, nie l'action des cystolithes sur la lumière polarisée et affirme qu'ils ne provoquent jamais une augmentation de lumière dans le champ de vision; il s'appuie sur cette constatation pour déclarer que le carbonate de chaux n'y existe pas sous la forme cristalline.

Kny [2], à son tour, confirme les assertions de Schacht et constate, non seulement une augmentation de lumière dans le champ de vision, mais encore l'apparition d'une croix de polarisation très distincte. Il fait, en outre, cette remarque importante, que ces phénomènes, loin de disparaître lorsqu'on traite le cystolithe par un acide destiné à dissoudre le carbonate de chaux, prennent au contraire une intenslté encore plus considérable. Ces observations portent sur les cystolithes de *Ficus elastica* Roxb.

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 69.

[2] *Loc. cit.*, pag. 28.

Enfin K. Richter[1] confirme, sous tous les rapports, les observations de Kny et les étend aux cystolithes des Acanthacées, qui apparaissent vivement brillants en présence des nicols croisés et montrent une croix de polarisation très nette. Il constate encore que ces phénomènes sont plus distincts lorsqu'on a fait disparaître le carbonate de chaux, et en conclut très justement que si l'assertion de Sachs, que le carbonate de chaux est à l'état amorphe, n'est pas réfutée par ces observations, il n'est pas non plus démontré que l'état cristallin ne puisse exister.

En somme, la question subsiste encore tout entière. Il y a dans le cystolithe deux corps qui peuvent être susceptibles d'agir sur la lumière polarisée : le carbonate de chaux, qui, s'il est à l'état cristallin, sera doué de biréfringence, et la masse organique, qui, disposée en couches concentriques régulières, peut provoquer des phénomènes de polarisation lamellaire. Il ne sera donc possible de conclure à l'état cristallin ou amorphe du carbonate de chaux que lorsqu'on aura pu séparer ces deux phénomènes superposés.

Les cystolithes des Acanthacées montrent assez facilement leur action sur la lumière polarisée; lorsqu'on examine un cystolithe entier, il se détache très nettement sur le fond obscur du champ. Sur une coupe, le même effet se produit, et l'on distingue très bien une croix obscure, tout à fait analogue à celle des grains d'amidon. En débarrassant, par un acide, les cystolithes de leur carbonate de chaux, il paraît y avoir une légère accentuation du phénomène; mais, lorsqu'on observe avec un grossissement ordinaire, on ne peut constater aucune autre différence appréciable. Il n'en est pas de même si l'on recourt aux forts grossissements; en me servant de l'objectif à immersion nº 7, de Nachet, j'ai vu que le corps des cystolithes, après traitement par un acide, n'était pas tout entier éclairé, et que des lignes sombres, assez minces, mais bien distinctes, se montraient en assez grand nombre à sa surface. Ces lignes sombres, dirigées suivant

[1] *Loc. cit.*, pag. 19.

le grand diamètre du cystolithe, correspondent aux interruptions locales de la base organique, dans lesquelles s'accumule le carbonate de chaux (Voir Pl. III, *fig.* 20).

Au contraire, en examinant le cystolithe encore pourvu de son incrustation calcaire, on pouvait voir la masse tout entière uniformément éclairée, avec quelques points plus brillants correspondant aux protubérances coniques qui hérissent la surface de la formation, et qui, nous l'avons vu, sont exclusivement constituées par du carbonate de chaux.

Il me paraît donc démontré que dans les cystolithes des Acanthacées, si le support cellulosique est le siège de phénomènes de polarisation lamellaire, le carbonate de chaux se montre également biréfringent, et que, par conséquent, cette substance est déposée à l'état cristallisé.

Ces observations ont porté principalement sur les cystolithes de *Goldfussia anisophylla* Nees., *Adathoda vasica* Nees et *Ruellia varians* Vent. Pour les autres types d'Acanthacées, j'ai très souvent constaté leur action sur la lumière polarisée, mais sans l'examiner d'aussi près.

Les cystolithes des Urticinées m'ont fourni, au point de vue de l'action sur la lumière polarisée, des résultats bien différents. A un grand nombre de reprises, et dans les circonstances les plus diverses, j'ai examiné des cystolithes de divers Ficus, Urtica, Parietaria, Bœhmeria, etc., mais sans jamais pouvoir constater aucune trace d'action. Toujours ces corps ont disparu lorsque les nicols étaient croisés, alors même que diverses parties des membranes cellulaires se montraient brillamment éclairées. Ce résultat ne variait pas, que les cystolithes fussent encore pourvus de leur carbonate de chaux ou qu'ils en eussent été débarrassés par l'action d'un acide. Ce résultat, d'autant plus étonnant qu'il est absolument contraire aux affirmations de Schacht, Kny et K. Richter, a été, par cela même, vérifié avec le plus grand soin, sans qu'il m'ait jamais été possible d'y constater la moindre variation.

CHAPITRE II.

ÉTUDE DU DÉVELOPPEMENT DES CYSTOLITHES.

§ I. *Développement des cystolithes d'Acanthacées.*

Le mode de développement des formations cystolithiques a été observé d'abord par Meyen [1] dans les feuilles de *Ficus elastica* Roxb. Il constatait que les premières traces de ces corps apparaissent « quand les jeunes feuilles commencent à se dérouler, ou, plutôt, avant même que la gaîne stipulaire se détache », sous l'aspect de corpuscules particuliers, claviformes, fixés par une extrémité à la face supérieure de la cellule qui les contient, et dont l'autre extrémité, épaisse et renflée en massue, pend librement dans la cavité de cette cellule. Très exigus à leur première apparition, ces corpuscules sont, au moment de la chute de la stipule engaînante, « de grandeur assez égale, fusiformes, très étroits encore et renflés à leur extrémité supérieure ». Il constatait à ce moment la présence, sur leur surface, de bandes transversales parallèles, « qu'on pourrait bien considérer comme indiquant des couches superposées dont serait formé ce corps, qui, par conséquent, se développerait par l'apposition de nouvelles couches successives ». Pour Meyen, ces masses claviformes étaient constituées par une substance gommeuse ; elles s'épaississaient ultérieurement par l'addition de nouvelles masses de gomme et formaient, à leur surface, des proéminences particulières dont l'extrémité s'incrustait de carbonate de chaux. Meyen avait constaté en outre que, chez *Ficus elastica*, les cellules à l'intérieur desquelles se développent les formations cystolithiques étaient originairement des cellules ordinaires de la couche

---

[1] Archiv. für Anatomie, Physiologie, v. J. Muller, etc., 1839, pag. 255. Traduction française dans les *Annales des Sc. nat., Bot.*, sér. 2, vol. XII, pag. 257, sous le titre : Matériaux pour servir à l'histoire du développement des diverses parties dans les plantes.

épidermique qui ont pris un accroissement considérable, de manière à se prolonger jusqu'au milieu du parenchyme foliaire.

Payen[1] avait, sur le développement des cystolithes, une opinion d'accord avec ses idées sur leur constitution morphologique. Pour lui, ces formations apparaissaient d'abord sous forme de corpuscules cylindriques, à l'extrémité desquels se développait un tissu très fin, dont les cellules s'emplissaient ensuite de carbonate de chaux.

Enfin Schacht[2] a donné une description détaillée de l'évolution des cystolithes des Urticées et a montré que, de très bonne heure, il se forme, dans certaines cellules de l'épiderme de *Ficus elastica* R., des épaississements locaux des parois cellulaires extérieures, qui croissent ensuite dans la cavité de la cellule, où ils envoient un prolongement cylindrique, formé de cellulose pure et absolument dépourvu de carbonate de chaux. Cette tigelle grossit par l'adjonction de nouvelles couches de cellulose à son extrémité. Au moment où la feuille s'épanouit, le dépôt de carbonate de chaux commence à s'effectuer et le corpuscule arrive rapidement à son état définitif. *Ficus elastica* R. est la seule Urticinée examinée à ce point de vue par Schacht, comme d'ailleurs par les autres observateurs. Sachs[3], seul, confirme, pour *Broussonetia papyrifera* Vent., les assertions de cet auteur.

Mais, d'autre part, les études de Schacht ont porté aussi sur l'évolution des formations cystolithiques dans la famille des Acanthacées, mais sans lui donner de grands résultats, car les formations de l'écorce de *Justicia sanguinea* Willd , dont il donne la figure, ne paraissent pas répondre à une phase du développement des cystolithes, et d'ailleurs il avoue lui-même n'avoir jamais réussi à trouver dans les Acanthacées de stades évolutifs quelconques. Cela tient sans aucun doute à ce que les cystolithes des Acanthacées évoluent beaucoup plus rapidement que

---

[1] Mémoires sur le développement des végétaux. (*Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences*, vol. IX, pag. 85.)

[2] *In den Abhandlungen der Seukenbergischen Gesellschaft*, I, pag. 133.

[3] *Loc. cit.*, pag 169.

ceux des Urticées, et qu'on les trouve déjà bien formés dès qu'on s'adresse à des organes qui ont dépassé leurs premiers états de développement.

Ce fait est constaté par K. Richter[1], qui a vu les cystolithes des Acanthacées à leur état définitif, « au moment où la différenciation des tissus vient à peine de commmencer dans le parenchyme ». Il a également trouvé des cystolithes déjà pourvus de carbonate de chaux et présentant tous leurs caractères définitifs dans « les rudiments de feuilles qui, dans une section longitudinale à travers le bourgeon, apparaissent, au sommet de l'axe, comme de simples protubérances ». Il a pu cependant, dans *Ruellia picta* Bot. cab. et *Cyrtanthera magnifica* Nees., voir et décrire exactement la première apparition de ces formations. Il les décrit comme « des épaississements locaux, très exigus, de la paroi cellulaire », qui apparaissent « dans les cellules du parenchyme primordial, souvent tout près du point végétatif ». Dans *Goldfussia glomerata* Nees., où il croit également avoir vu ces formations, il leur assigne une longueur de $0^{mm},003$ à $0^{mm},004$. Avec les plus forts grossissements, cet auteur les a toujours vues « complètement dépourvues de structure » ; l'emploi des réactifs appropriés les lui a montrées comme formées de cellulose pure et encore absolument dépourvues de toute trace de carbonate de chaux. Ces divers faits établissent une grande analogie entre le premier développement des cystolithes des Acanthacées et celui des cystolithes de *Ficus elastica*. Mais, comme le fait remarquer K. Richter, cette analogie ne se poursuit pas plus loin, car les cystolithes des Acanthacées augmentent encore considérablement en grosseur, après même que le carbonate de chaux s'y est déjà déposé, et cela, très probablement, non par le simple dépôt d'une nouvelle quantité de calcaire, mais par l'adjonction de matière organique ; d'autre

---

[1] *Beitrage zur genaueren Kenntniss der Cystolithen und einiger verwandten Bildungen im Pflanzenreiche.* Vienne, 1877, chap. V, pag. 20 et seq., fig. 13 et 14.

part, il est possible que, au cours de l'évolution du cystolithe, la tige qui le rattachait à la paroi cellulaire soit résorbée dans bien des cas, car on ne peut souvent pas la retrouver lorsque la formation a pris son entier développement.

Dans le groupe des Urticinées, K. Richter n'a observé le développement des cystolithes que dans les feuilles de *Ficus elastica* R.; il confirme entièrement les faits énoncés déjà par Schacht.

En résumé, les données que l'on possède actuellement sur le développement des formations cystolithiques sont fort peu nombreuses. Dans le groupe des Urticinées, deux types seulement ont été examinés à ce point de vue : *Ficus elastica*, par Schacht, et *Broussonetia papyrifera*, par Sachs. Parmi les Acanthacées, les observations de Richter portent sur trois espèces et ne font connaître qu'une partie des phénomènes que nous avons à étudier. Nous verrons qu'en étendant les recherches à un nombre plus considérable de types, de manière à passer en revue au moins un représentant de chacun des principaux groupes de végétaux à cystolithes, nous pourrons obtenir des résultats entièrement différents de ceux admis jusqu'ici et interpréter d'une façon toute nouvelle les faits déjà connus. Ce travail nous montrera, en outre, combien il est toujours peu prudent de formuler une règle générale d'après un cas particulier, comme on l'a fait en supposant que les cystolithes de toutes les Urticinées se développaient de la même façon que ceux de *Ficus elastica*.

Les types d'Acanthacées que j'ai pu examiner au point de vue du développement des cystolithes sont assez peu nombreux, et, dans cinq d'entre eux seulement, j'ai pu suivre avec certitude les phases de ce développement. Ce sont : *Goldfussia anisophylla* Nees., *Adathoda vasica* Nees., *Ruellia varians* Vent., *Libonia floribunda* Koch et *Barleria prionitis* L. Le petit nombre de ces observations est cependant compensé par ce fait que, portant sur des espèces différentes de celles examinées par K. Richter, elles m'ont néanmoins fourni des résultats à peu près identiques.

Dans les trois premières espèces, en effet, des coupes faites

dans les jeunes bourgeons et intéressant des feuilles à peine formées m'ont permis de voir dans le parenchyme de celles-ci les premiers rudiments des cystolithes, analogues à ceux qu'a décrits et figurés Richter. Les fig. 6 (Pl. III), 4 et 6 (Pl. II), représentent ces formations. Comme on peut le voir, elles se montrent sous forme de petites excroissances de la paroi cellulaire, qui prennent naissance sur celle-ci sans qu'on puisse apercevoir dans leur disposition une orientation quelconque. Chez *Adathoda vasica*, elles apparaissent d'abord comme un simple épaississement localisé sur un point de la paroi cellulaire, une sorte de petite ampoule (*a*, *a*, fig. 4, Pl. II). Cet épaississement se façonne plus tard en une petite tige très mince, souvent légèrement onduleuse, longue environ de $0^{mm},01$, dont l'extrémité libre forme une pointe aiguë (*b*, *b*, fig. 4, Pl. II). Enfin cette extrémité, dans les formations un peu plus avancées, se renfle pour former une sorte de petite massue rattachée à la paroi cellulaire par un très mince pédicule (*c*, *c*, fig. 4, Pl. II).

La fig. 6 (Pl. II) montre les mêmes formations dans une très jeune feuille de *Ruellia varians* Vent.; ici encore, nous voyons se former d'abord en *a* un épaississement limité de la paroi cellulaire, qui se prolonge ensuite un une mince tige pointue à son extrémité libre. Dans des formations plus avancées (en *b*) l'épaississement primitif de la paroi a disparu, mais, par contre, l'extrémité s'est renflée en une ampoule plus ou moins irrégulière, souvent divisée en deux lobes. Plus tard encore (en *c*), cette ampoule a pris des dimensions plus considérables et demeure rattachée à la paroi de la cellule par un mince pédicule extrêmement court. Comme Richter, je n'ai pu, dans les deux espèces en question, constater aucune trace d'organisation dans ces formations, qui sont encore absolument dépourvues de carbonate de chaux, et sont constituées par de la cellulose pure, comme l'indique la belle coloration bleue qu'elles prennent par l'iode et l'acide sulfurique.

Jusqu'ici, l'analogie entre ces formations et les jeunes cystolithes de *Ficus elastica* R. ne paraît pas complètement établie.

Nous verrons en effet que, chez *Ficus elastica* R., le premier rudiment du cystolithe est une tigelle cellulosique qui, rattachée par une extrémité à la paroi cellulaire, fait, par son autre extrémité, librement saillie dans la cavité de la cellule; mais l'apparition de cette tigelle est toujours précédée d'un épaississement considérable de la paroi cellulaire à laquelle elle est attachée, épaississement qui ne disparaît que plus tard et paraît être une accumulation de cellulose destinée à fournir des matériaux à l'accroissement ultérieur du cystolithe. Cet épaississement possède en outre, je crois pouvoir le montrer, une signification morphologique toute spéciale. Ici, rien de semblable : la tigelle provien directement de la paroi cellulaire, ou, si un épaississement de cette paroi précède son apparition, il est si limité, si faible, qu'on ne peut le comparer à celui que nous offre *Ficus elastica* Roxb.

Il serait cependant possible de trouver dans les très jeunes feuilles de *Goldfussia anisophylla* Nees. quelque chose qui rappelle cette disposition. On voit en effet (*a*, fig. 6, Pl. III) certaines cellules dont les parois s'épaississent considérablement sur toute leur surface. Cet épaississement, formé par l'accumulation de couches de cellulose nettement stratifiées, peut atteindre une épaisseur de $0^{mm},15$, et paraît précéder l'apparition du rudiment cystolithique. On voit en effet, en *b*, un cystolithe qui commence à se développer à l'intérieur d'une cellule à parois ainsi épaissies. Ici, cependant, l'accumulation de cellulose paraît moins considérable que dans le premier cas.

Mais, à côté de ces exemples, on peut trouver dans la même coupe des rudiments de cystolithes (*d*) qui paraissent provenir directement de la paroi cellulaire, sans épaississement préalable, et, en *e*, un faible renflement limité à un point de la paroi et qui paraît aussi devoir donner directement naissance à un cystolithe.

Tant qu'ils demeurent à l'état qui vient d'être décrit, les rudiments des cystolithes sont contenus dans des cellules qui ne diffèrent pas, comme formes et comme dimensions, des autres cel-

lules du parenchyme. Mais, à mesure que le corps du cystolithe augmente de volume et tend à prendre sa forme définitive, la cellule qui le contient suit son développement et acquiert des dimensions très considérables.

Il ne m'a pas été possible de voir dans les espèces précédentes comment s'effectue le développement ultérieur de la partie renflée qui doit former le corps du cystolithe, ni de saisir la première apparition du carbonate de chaux. Après les états précédemment décrits, les plus jeunes cystolithes que j'aie pu voir chez *Goldfussia anisophylla* N. et *Ruellia varians* V. atteignaient une longueur de $0^{mm},08$ à $0^{mm},1$, et étaient déjà abondamment pourvus de carbonate de chaux. Leur forme n'était pas encore la forme définitive : ils étaient plutôt cylindriques, d'une épaisseur à peu près égale en tous les points et coupés carrément à leurs extrémités. A l'état adulte, au contraire, ils sont plutôt fusiformes et appointis aux deux bouts. Dans tous les cas, il m'a été possible de voir ces jeunes formations reliées à la paroi cellulaire par une mince tigelle, et cela même dans les tissus (l'écorce, par exemple), où on ne peut plus la retrouver à l'état adulte.

Chez *Barleria prionitis* L. et *Libonia floribunda* Ch. Koch, au contraire, j'ai pu suivre de très près ces diverses phases et compléter les données déjà obtenues sur le développement des formations qui nous occupent.

Les cystolithes de la feuille de *Libonia floribunda* C. K. apparaissent dans les cellules épidermiques tant de la face supérieure que de la face inférieure. L'état le moins avancé que j'aie rencontré est celui représenté fig. 6 (Pl. III), où la paroi de la cellule se prolonge en un point, pour former une petite tige très mince, renflée à l'extrémité, sans structure appréciable et formée de cellulose pure. Cette tige s'allonge rapidement, tandis que son extrémité renflée augmente de volume et se couvre de cristaux de carbonate de chaux en forme de grappe. Dans des feuilles qui n'avaient pas encore atteint 1 millim. de long, tous les cystolithes étaient déjà parvenus à cet état, représenté fig. 7 (Pl. III), et faisaient avec les acides une très vive effervescence.

Ce qui distingue surtout, dans le développement, ces formations de celles des Urticées, c'est que, dans ces dernières plantes, le carbonate de chaux apparaît dans le cystolithe lorsque celui-ci a atteint son développement définitif. Ici, au contraire, l'incrustation calcaire s'effectue de très bonne heure, ce qui n'empêche pas l'accroissement de continuer ; le cystolithe, à l'état définitif, peut atteindre jusqu'à vingt fois la longueur qu'il avait au moment où s'est effectué le premier dépôt calcaire. Les fig. 8, 9, 10 et 11 (Pl. III) indiquent divers stades du développement; on voit que celui ci, qui au début s'effectue régulièrement dans tous les sens, s'accentue bientôt dans une direction, de sorte que, de mûriforme qu'il était (fig. 7, 8, 9), ce cystolithe devient rapidement oblong (fig. 10), puis linéaire (fig. 11)[1].

Il reste cependant à déterminer si cet accroissement considérable est le résultat seulement de l'accumulation de nouvelles quantités de calcaire, ou si le support cellulosique, lui aussi, s'accroît par apposition de nouvelles couches qui se déposeraient en même temps que le carbonate de chaux.

Il est vrai que, lorsqu'on fait agir un acide sur un cystolithe adulte d'Acanthacée, on constate une dissolution complète des parties extrêmes, parties que l'on doit dès lors considérer comme formées exclusivement par des couches successives de carbonate de chaux. Mais cependant la diminution de diamètre ainsi obtenue n'est jamais supérieure à un dixième de la longueur totale ; Richter l'a constaté, et il est très facile de vérifier le fait. Un cystolithe adulte, complètement débarrassé de son incrustation calcaire et réduit à son support cellulosique, conserve donc encore des dimensions bien supérieures à celles du cystolithe jeune et contient une quantité de cellulose beaucoup plus considérable.

---

[1] Il ne faut pas oublier que les figures qui représentent le développement du cystolithe de *Libonia floribunda* sont dessinées à des grossissements différents, et d'autant plus faibles qu'il s'agit d'un état plus avancé et plus volumineux : la fig. 6 est grossie 800 fois ; les fig. 7 et 8, 750 fois ; la fig. 9, 550 fois, la fig. 10, 410 fois, et la fig. 11, 350 fois. Le cystolithe de la fig. 7 mesure $0^{mm},006$ de diamètre ; celui de la fig. 11 a $0^{mm},1$ de long, et $0^{mm},02$ d'épaisseur.

On peut objecter que le traitement par un acide détermine un gonflement assez fort de la masse cellulosique et augmente dans une certaine proportion ses dimensions réelles; mais ce phénomène se produit aussi dans le cystolithe jeune, et cependant il y a encore une disproportion considérable entre le volume de son support cellulosique, après traitement par un acide, et celui du support d'un cystolithe adulte.

Il est donc permis de dire, sans crainte d'erreur, que, bien que la base organique des cystolithes des Acanthacées soit considérablement plus pauvre en substance que celle des cystolithes des Urticées, il y a cependant, pendant toute la durée de l'accroissement de ces corps, un dépôt de cellulose qui vient augmenter leur masse, en même temps que s'effectue le dépôt de nouvelles quantités de carbonate de chaux. On peut expliquer ainsi comment la masse cellulosique des cystolithes d'Acanthacées est moins compacte que celle des cystolithes d'Urticées, puisqu'elle alterne avec des dépôts de carbonate de chaux qui s'étendent dans toute son épaisseur. Ce mode particulier de développement s'accorderait aussi avec la présence, dans cette masse cellulosique, des stries longitudinales qui y ont été signalées.

§ II. *Développement des cystolithes chez les Urticées.*

Il faut, dans la famille des Urticées, examiner à part, au point de vue du développement aussi bien qu'à tous autres égards, les cystolithes linéaires que présentent certains types, et notamment ceux du groupe des Procridées.

Nous avons déjà vu que, pour la forme, la structure intime, la constitution chimique, les propriétés optiques et la situation dans les tissus, ces cystolithes linéaires se rattachent entièrement à ceux des Acanthacées. Il en est de même pour le développement. Je n'ai pu le suivre dans toutes ses phases que sur une seule espèce, *Pilea rupipendia* Wed., mais les divers stades que j'ai observés ne diffèrent en rien de ceux déjà décrits chez les Acanthacées. Les rudiments cystolithiques apparaissent dès

le début de la différenciation des tissus, et, dans des coupes faites à travers les bourgeons, on peut les voir, dans les feuilles à peine indiquées, sous forme de petits prolongements de la paroi cellulaire, prolongements d'abord très faibles et appointis à l'extrémité libre, plus tard un peu plus épais et terminés en massue. Le carbonate de chaux apparaît de très bonne heure sur ces formations, qui, d'abord pisiformes, accentuent bientôt leur accroissement dans le sens longitudinal et acquièrent leur forme définitive dans les feuilles encore très jeunes. Ici, comme chez les Acanthacées, le dépôt de nouvelles couches de cellulose continue encore, alors même que le dépôt calcaire a commencé à s'effectuer, et la masse organique du corpuscule acquiert, par suite, les mêmes caractères spéciaux. Le pédicule, d'abord toujours nettement visible, disparaît dans un très grand nombre de cas, laissant le corps du cystolithe isolé au milieu de la cavité cellulaire.

Si nous laissons de côté ces types aberrants de la famille des Urticées pour examiner les types normaux, nous allons nous trouver en présence de faits entièrement différents et se rapprochant bien davantage de ceux qui sont déjà bien connus et qui ont été décrits à plusieurs reprises.

En effet, tous les types que j'ai pu examiner de la famille des Urticées (la tribu des Procridées mise à part) m'ont fourni, au point de vue du développement des cystolithes, des résultats fort peu différents de ceux qui sont admis pour *Ficus elastica* Roxb.

Les cystolithes pisiformes d'*Urtica dioica* Lin., que représentent les fig. 1 et 2 (Pl. III) et qui ne diffèrent pas de ceux que l'on rencontre chez *U. urens* Lin., *U. pilulifera* Lin., *U. dodartii* Lin., apparaissent de très bonne heure dans les jeunes feuilles sous forme d'un épaississement assez sensible de la paroi externe d'une cellule épidermique (fig. 3, Pl. III). Tandis que les autres cellules de l'épiderme prennent leur accroissement normal, celle-là se développe beaucoup plus fortement et s'enfonce au milieu du parenchyme sous-jacent. A la face supérieure

de la feuille, son bord inférieur arrive même à dépasser le niveau de la rangée de cellules en palissade qui règne au-dessous de l'épiderme.

En même temps, du milieu de la paroi externe épaissie de cette cellule, se détache un prolongement cellulosique qui, d'abord très réduit, s'allonge de plus en plus et fait saillie au milieu de la cavité cellulaire. D'abord cylindrique, ce prolongement se renfle à son extrémité libre et prend la forme d'une petite massue. Pendant que s'effectuaient ces modifications, l'épaississement primitif de la paroi cellulaire diminuait de plus en plus et finissait même par disparaître complètement. A cet état, la cellule cystolithique se montrait sous l'aspect représenté fig. 4 (Pl. III).

Sans structure appréciable jusqu'à ce moment, le rudiment cystolithique va maintenant continuer à s'accroître par le dépôt, autour de son extrémité renflée, de nouvelles couches de cellulose, qui se disposeront en strates successives, qu'un fort grossissement montre parfaitement nettes. Ces couches se disposent de manière à former un corps globuleux rattaché à la paroi cellulaire par un mince pédicule (fig. 5, Pl. III.) Enfin, ce n'est que plus tard, lorsque le corps du cystolithe a acquis à peu près sa taille définitive, que l'on voit apparaître le carbonate de chaux, d'abord sous forme de concrétions isolées (fig. 6, Pl. III), qui plus tard deviennent plus nombreuses, plus grosses et se touchent alors par les bords, de manière à donner à la masse son aspect framboisé caractéristique.

Les *Urtica urens* Lin. et *pilulifera* Lin. nous offrent des phénomènes complètement analogues.

L'évolution des cystolithes dans *Urtica biloba* Hort. diffère au contraire, en quelques points, de celle qui vient d'être décrite. Ici, les cellules épidermiques sont très développées et atteignent une hauteur considérable ; aussi les cystolithes sont-ils contenus dans certaines de ces cellules qui n'ont subi aucune modification, et qui sont peut-être demeurées plus petites que les autres éléments épidermiques (voir fig. 7, Pl. III). D'autre

part, l'épaississement de la paroi externe, qui précède la première apparition du cystolithe, est beaucoup plus fort et persiste plus longtemps que dans les autres espèces.

A part ces différences de détail, l'évolution des cystolithes d'*U. biloba* H. se rattache entièrement à celle des mêmes formations dans *U. dioica* L.

Nous aurons à constater des phénomènes absolument de même nature chez les Pariétaires.

Les cystolithes nombreux qui se rencontrent dans l'épiderme supérieur ou inférieur de *Parietaria diffusa* Mert., Koch, sont globuleux, mamelonnés et ressemblent de très près à ceux d'*Urtica dioica* L. Les cellules qui les contiennent (fig. 14, Pl. III) apparaissent sur une coupe transversale de la feuille, séparées des autres cellules épidermiques par des cloisons obliques, absolument rectilignes, de sorte que la partie supérieure de ces cellules présente à peu près la forme d'une pyramide tronquée. Leur partie inférieure, arrondie, plonge au milieu du parenchyme sous-jacent. Les cystolithes sont suspendus à l'intérieur de ces cellules par un pédicule étroit et très court. La trace de l'insertion de ce pédicule est parfaitement visible lorsqu'on examine, de champ, l'épiderme d'une feuille (fig. 13, Pl. III). On voit en même temps que les cellules qui entourent la cellule cystolithique sont plus allongées que les autres éléments épidermiques et forment une rosette de 10 à 12 cellules, dont les parois latérales, rectilignes, sont assez fortement épaissies, de même que les parois de la cellule cystolithique elle-même. Sur ces points, l'épiderme est légèrement silicifié.

Si l'on examine ces formations sur des feuilles très jeunes, on voit que la cellule cystolithique, qui ne diffère d'abord pas des autres cellules de l'épiderme, épaissit fortement sa paroi externe, qui donne ensuite naissance à un prolongement cylindrique analogue à celui des Urtica. L'extrémité libre de ce prolongement, mince au début, se renfle plus tard en massue et continue à s'accroître par le dépôt de nouvelles couches de cellulose (fig. 17, Pl. III). Ici, dans le cystolithe encore très jeune et entièrement

dépourvu de carbonate de chaux, il est très facile d'apercevoir les lignes concentriques qui indiquent la stratification de ce dépôt. A ce moment, la cellule épidermique qui est le siège de ces phénomènes commence à augmenter de volume et à refouler devant elle les cellules du parenchyme sous-jacent. Les autres phases du développement ne diffèrent pas de celles qui ont été décrites chez *Urtica dioica* L. L'apparition du carbonate de chaux, sous forme de concrétions d'abord distinctes, puis contiguës et mamelonnées, se produit absolument de la même manière.

Il est intéressant de constater que, chez *Parietaria diffusa* M.K., les cystolithes ne sont pas seuls le siège d'une accumulation locale de carbonate de chaux. Les deux faces de la feuille sont couvertes de poils calcaires qui méritent une description spéciale.

A la face supérieure de la feuille, ces poils sont très gros et formés par le développement d'une cellule épidermique (fig. 15, Pl. III). Leurs parois sont assez épaisses, et en outre, dans toute leur partie supérieure, la cavité est exactement remplie par un dépôt de cellulose disposé en couches superposées. Il arrive souvent que la pointe du poil se brise et que ce dépôt cellulosique ne subsiste alors qu'en partie. C'est ce que représente la fig. 15. Au-dessous de ce dépôt, la cavité du poil et une partie de la cavité du bulbe [1] sont occupées par un autre dépôt cellulosique très fortement incrusté de carbonate de chaux, de telle sorte que, seule, la partie inférieure du bulbe demeure libre. Lorsqu'on fait agir sur ces poils un acide qui puisse les débarrasser de leur incrustation calcaire, on voit que celle-ci s'est produite dans une masse cellulosique analogue à celle qui occupe la partie supérieure du poil, et, comme elle, distinctement stratifiée. Ce fait est d'ailleurs mis hors de doute par l'examen du mode de développement de ces formations. Dans une feuille très jeune, les poils sont simples, à parois minces, et leur cavité demeure entièrement

---

[1] Ici, comme dans tous les passages qui suivront, j'emploie ce mot *bulbe* pour désigner la partie inférieure de la cavité du poil, partie qui demeure toujours emprisonnée entre les autres éléments épidermiques.

libre. Dès que la feuille commence à se développer, on voit cette cavité se remplir d'un dépôt de cellulose qui, commençant à la pointe du poil, s'avance vers la base et finit par envahir toute sa cavité, en faisant dans le bulbe une saillie très prononcée (fig. 18, Pl. III). Ce dépôt cellulosique, très nettement et très finement stratifié, est encore absolument dépourvu de carbonate de chaux. Cette dernière substance apparaît sous forme de concrétions distinctes, éparses, qui se montrent d'abord sur le bord inférieur du dépôt cellulosique (fig. 18) et finissent ensuite par former une masse compacte et envahir toute sa portion inférieure.

A la face inférieure de la feuille, les poils ont un tout autre aspect. Ils sont, ici, beaucoup plus réduits et proviennent de la segmentation d'une cellule épidermique. Leurs parois sont assez minces, mais toute la partie supérieure de leur cavité est occupée par un dépôt de cellulose presque pure et ne présentant que quelques rares concrétions calcaires. Ce dépôt double, en quelque sorte, les parois du poil et ne laisse plus persister à son intérieur qu'une cavité très réduite, dans laquelle on constate la présence d'un certain nombre de concrétions (fig. 16, Pl. III).

Il est inutile, après ce qui vient d'être dit du développement des cystolithes d'*Urtica* et de *Parietaria*, d'insister beaucoup sur les formations analogues des Forskohlea. Un seul fait important doit être noté : chez *Forskohlea angustifolia* Retz., la cellule qui donnera naissance au cystolithe subit d'abord un accroissement assez fort qui lui fait faire une légère saillie au-dessus des autres cellules épidermiques. C'est à ce moment que la paroi externe s'épaissit et produit le prolongement cellulosique qui sera le point de départ du cystolithe. Ce dernier évolue comme nous l'avons vu faire dans les cas précédents, et, à mesure qu'il s'approche de son état définitif, la saillie extérieure de la cellule qui le contient devient de plus en plus faible et finit par disparaître complètement. Ce fait, qui est mis en évidence par les fig. 14 et 15 (Pl. III), doit être retenu, car il constitue un acheminement vers les stades évolutifs dont nous aurons tout à l'heure à constater l'existence chez un grand nombre de types. Nous allons

d'ailleurs le trouver encore plus prononcé chez les diverses espèces de Bœhmeria.

Dans une feuille adulte de *Bœhmeria nivea* Hook., l'épiderme est formé par de grosses cellules presque cubiques dont quelques-unes contiennent des cystolithes globuleux suspendus par un assez long pédicule. Ces cellules cystolithiques ne sont pas notablement plus grosses que les autres éléments épidermiques et ne dépassent leur niveau ni à l'extérieur ni vers le parenchyme. Si l'on examine des feuilles très jeunes de cette espèce, on voit que certaines cellules épidermiques (celles qui devront plus tard contenir les cystolithes) prennent un développement assez considérable : ce développement porte surtout sur leur face externe, qui fait bientôt au-dessus de l'épiderme une saillie conique assez prononcée, comme une sorte de papille. Il y a là quelque chose qui ressemble à l'ébauche d'un poil, mais cette formation conserve toujours des contours arrondis qui empêchent de la confondre avec toute autre formation trichomatique. En même temps, cette face externe ainsi développée subit un épaississement assez considérable, et bientôt on voit apparaître en son centre un prolongement cellulosique qui deviendra le point de départ du cystolithe. Ce prolongement atteint une longueur assez grande et son extrémité ne commence à se renfler que lorsqu'elle a atteint à peu près les trois quarts de la hauteur de la cellule, et qu'elle se trouve portée au-dessous du niveau des cellules épidermiques ordinaires. Le renflement cellulosique et l'incrustation calcaire se produisent à son extrémité, comme dans les cas précédents, et, sur une feuille encore assez jeune, les éléments cystolithiques prennent l'aspect représenté fig. 11 (Pl. III). A mesure que les corpuscules grossissent et approchent de leurs dimensions définitives, la paroi externe de la cellule qui les contient se réduit de plus en plus ; sa saillie devient plus faible, et en même temps le pédicule se raccourcit de façon à maintenir le cystolithe toujours à la même hauteur. Dans une feuille complètement développée, les cellules cystolithiques ne diffèrent plus, nous l'avons vu, des autres éléments épidermi-

ques (fig. 12, Pl. III). Le développement des cystolithes chez *Bœhmeria nivea* Hook. suit exactement les mêmes phases[1].

§ III. *Développement des cystolithes dans les autres groupes d'Urticinées.*

Les familles des Morées, Cannabinées, Artocarpées, Ulmacées et Celtidées, qui sont étroitement alliées à celle des Urticées et forment avec elle le groupe des Urticinées de Brongnart, nous offrent, au point de vue qui nous occupe, des faits d'un haut intérêt qui viennent jeter une vive lumière sur la signification morphologique des cystolithes.

L'une de ces familles, celle des Morées, nous présente, chez quelques-uns de ses membres, des formations cystolithiques qui, par leur aspect, leur constitution et leur mode de développement, ne diffèrent pas sensiblement de celles des Urticées. Les cystolithes des Ficus, et notamment de *Ficus elastica* Roxb., ont été les premiers décrits par Meyen, et c'est sur eux qu'ont porté le plus grand nombre des observations. Leur structure a été décrite bien des fois, et leur développement est parfaitement connu grâce aux travaux de Schacht.

Les fig. 1 et 2 (Pl. IV) représentent deux de ces formations dans l'épiderme supérieur d'une feuille adulte de *F. elastica*. On retrouve d'ailleurs exactement les mêmes dispositions dans les feuilles de *F. macrophylla* Desf., ou de *F. rubiginosa* Desf. ; de plus, j'ai pu constater que dans ces deux espèces le mode de développement est absolument identique à celui décrit chez *F. elastica*. Dans les feuilles très jeunes non encore déroulées et protégées par les stipules, l'épiderme est constitué par une rangée de cellules très allongées perpendiculairement à la surface et pourvues d'une épaisse cuticule; tandis que la plupart de ces

---

[1] Il semblerait que Schacht n'a pas examiné une feuille entièrement développée, lorsqu'il signale dans cette dernière espèce la forme spéciale des cellules cystolithiques, qu'il assimile à des poils. (Voir H. Schacht, *loc. cit.*, pag. 152 et 153 fig. 13.)

cellules se divisent par des cloisons transversales pour former un épiderme à plusieurs couches, quelques-unes demeurent indivises et leur paroi externe s'épaissit fortement; bientôt cette paroi fait, dans la cavité cellulaire, une saillie qui s'allonge de plus en plus et dont l'extrémité se renfle en massue. En même temps la cellule cystolithique s'accroît fortement en largeur et en hauteur, refoulant devant elle latéralement les autres cellules de l'épiderme et au-dessous les cellules du mésophylle (fig. 3, 4, 5 et 7, Pl. IV). L'extrémité renflée du prolongement cellulosique devient alors le centre d'une abondante formation de cellulose qui se dispose en couches concentriques (fig. 6 et 8, Pl. IV) et ne tarde pas à s'incruster de carbonate de chaux. Le cystolithe atteint ainsi son état définitif (fig. 1, 2, 9, Pl. IV).

Pendant que ces phénomènes se produisent à l'intérieur de la cellule cystolithique, les autres éléments de l'épiderme se divisent par des cloisons transversales pour constituer un épiderme à plusieurs couches (fig. 4, Pl. IV). Bientôt, par suite de l'activité de cette segmentation, les éléments épidermiques qui entourent la partie supérieure de la cellule cystolithique pressent contre cette dernière et tendent à s'insinuer au-dessus d'elle, en la refoulant vers le bas. On voit dans les fig. 5 et 7 le commencement de ce phénomène : la cellule cystolithique, dont les parois latérales étaient primitivement rectilignes, s'arrondit de manière à ce que les cellules épidermiques *a a* puissent pénétrer comme des coins dans l'espace ainsi laissé libre. Ce phénomène continuant, les cellules épidermiques ne tardent pas à se rejoindre au-dessus de la cellule cystolithique, qui, dès maintenant, semble appartenir à la première couche de renforcement de l'épiderme. Les cellules épidermiques, placées d'abord à la périphérie de l'élément cystolithique et douées d'un accroissement à peu près égal, ont dû se rejoindre à peu près au-dessus du centre de la cellule cystolithique (au point où vient s'insérer le pédicule) et former autour de ce point une sorte d'étoile. C'est en effet ce qui arrive dans tous les Ficus à feuilles lisses dont les cystolithes adultes se trouvent dans les couches de renforcement, et Meyen

avait déjà remarqué ce fait pour *Ficus elastica* Roxb., en faisant observer que l'insertion du pédicule se trouve toujours au-dessous du point où plusieurs cellules «de l'épiderme se touchent en forme de rayons [1] ».

Ce phénomène peut, dans un grand nombre de cas, se reproduire plus tard pour la première couche de renforcement, qui passe à son tour au-dessus de la cellule cystolithique, de sorte que celle-ci, qui est en réalité d'origine épidermique, paraît appartenir seulement à la deuxième couche de renforcement de l'épiderme.

Mais si ces diverses espèces de Ficus nous offrent un mode de développement des cystolithes conforme à ce qui a été décrit jusqu'à maintenant comme le cas général, d'autres espèces appartenant au même genre s'écartent de la règle et présentent des phénomènes qui se rapprochent davantage de ce que nous trouvons dans les autres représentants du groupe des Urticinées. Il convient de décrire tout d'abord ce qui se produit dans les feuilles de *F. carica* Lin.

L'épiderme, dans cette espèce, est formé d'une seule couche de cellules munies extérieurement d'une cuticule peu épaisse. Sur les deux faces, et notamment à la face inférieure, on rencontre des cystolithes globuleux, irrégulièrement mamelonnés, qui font saillie à l'intérieur d'une cellule épidermique considérablement accrue et dont les deux tiers inférieurs sont plongés au milieu des cellules du mésophylle (fig. 10, Pl. IV). Le cystolithe est suspendu à la paroi de la cellule par un pédicule assez étroit et court. Tout cet ensemble ne fait aucune saillie au-dessus des cellules épidermiques; quelquefois même la cellule cystolithique est légèrement déprimée.

A côté de ces cystolithes complètement formés, on en rencontre d'autres, très nombreux, qui n'en diffèrent qu'en ce que la paroi externe de la cellule qui les contient se prolonge en un petit appendice conique en forme de poil ; cet appendice peut être fort

---

[1] *Loc. cit.*, pag. 262.

peu développé (fig. 11, Pl. IV) ou atteindre au contraire des dimensions assez considérables (fig. 12). Il faut rapprocher ce fait de celui que Weddel signale et figure dans *F. montana* Burm. [1].

Sur la même feuille et mêlés aux formations précédentes, on trouve des poils véritables dont la cavité est occupée par des formations qu'il est impossible de ne pas identifier avec les cystolithes que nous avons vus jusqu'à maintenant. En effet, toute la cavité du poil, dans la partie qui fait saillie au-dessus de l'épiderme, est occupée par un dépôt de cellulose incrustée de calcaire, dont il est très facile de voir la disposition en couches superposées (fig. 13 et 14, Pl. IV). Le bulbe du poil, qui possède des dimensions assez considérables et qui empiète beaucoup sur les cellules du mésophylle, est en partie rempli par le prolongement inférieur de ce dépôt, qui abandonne ici les parois pour faire librement saillie dans la cavité, où il prend une forme globuleuse.

Il est possible de voir encore, sur les deux faces de la feuille de *F. carica*, d'autres poils beaucoup plus développés que les précédents, représentés fig. 15, 16, et 17 (Pl. IV). Leur longueur est beaucoup plus considérable et leur largeur moindre; les parois sont généralement plus minces; le dépôt qui remplit leur cavité, formé de cellulose presque pure et fort peu chargée de calcaire, ne fait, à l'intérieur du bulbe, qu'une saillie peu considérable et qui conserve la même largeur que le reste du dépôt sans se dilater en une extrémité globuleuse. Le bulbe lui-même, beaucoup moins développé que dans le cas précédent, dépasse très légèrement, ou même pas du tout, le niveau inférieur des cellules épidermiques et n'empiète par conséquent que très peu sur les cellules du mésophylle.

Il y a donc, entre les deux états extrêmes représentés fig. 10

---

[1] *Ann. des Sc. nat., Bot.*, sér. 4, vol. II, pag. 268 (note); pl. XVIII, fig. 2. Schacht a décrit le même fait dans *Ficus australis* Willd; on voit en ce point, dit-il, « une petite élévation, formant en quelque sorte la pointe d'un poil, comme si la cellule avait tenté de former un poil ». *Loc. cit.*, pag. 137, fig. 1-5.

et 17, toute une série de transitions que l'on peut considérer comme les divers stades du développement d'une même formation ; le poil primitif, déjà incrusté de calcaire, se résorberait peu à peu, tandis que les dimensions du bulbe augmenteraient en proportion, ce dernier atteignant son entier développement lorsque la partie externe du poil a complètement disparu. Quant à la masse du cystolithe, elle se formerait aux dépens du dépôt qui remplit la cavité du poil, et qui, très abondant au début dans la partie externe de celui-ci, se résorberait peu à peu, en même temps que sa partie inférieure prendrait, à l'intérieur du bulbe, un développement de plus en plus considérable. Il est assez difficile de voir dans *F. carica* comment la partie supérieure de ce dépôt s'amincit et se façonne, pour constituer le pédicule du cystolithe. On peut cependant, dans certains cas, remarquer, entre la portion supérieure logée dans la cavité du poil et l'inférieure qui pend dans le bulbe, un étranglement plus ou moins accusé qui paraît être le premier indice de cette formation ; cet étranglement est bien visible dans les fig. 15 et 16. Il peut cependant souvent ne se former que beaucoup plus tard ; le poil représenté fig. 14 n'en présente pas encore de traces, et c'est à peine s'il est indiqué dans celui de la fig. 13. Mais nous pourrons voir la formation du pédicule plus nettement indiquée dans d'autres cas, notamment dans *F. repens*, Will., Roxb. ; le développement des cystolithes des Celtis et des Morus nous en fournira également de très bons exemples.

Il convient de dire encore que, si l'on examine des feuilles de *F. carica* L. de plus en plus jeunes, on voit disparaître les cystolithes complètement formés, qui sont déjà relativement peu nombreux dans la feuille adulte. Les poils, au contraire, deviennent de plus en plus abondants et se rapprochent d'autant plus des formes indiquées fig. 15, 16 et 17, que la feuille examinée est plus jeune. Sur un de ces organes qui commence à peine à se développer, on ne trouve que des poils dans lesquels le dépôt cellulosique n'a même pas encore commencé à se former. Enfin, à aucune période du développement de la feuille, on ne trouve

dans l'épiderme de formations semblables à celles représentées fig. 4, 5, 6, 8 et 9 (Pl. IV), qui, chez *F. macrophylla* Desf. et *rubiginosa* Desf., correspondent aux premiers états de développement des cystolithes.

Le dépôt siliceux, d'ailleurs peu abondant, qui incruste le cystolithe, n'apparaît dans *F. carica* L. qu'au moment où le poil est presque entièrement résorbé et où le cystolithe a à peu près acquis sa forme définitive.

Dans l'inflorescence de *F. carica* L., les formations cystolithiques n'existent que dans l'épiderme extérieur du réceptacle. Ces formations, dans une figue complètement mûre, se présentent sous forme de très petits poils (fig. 18, Pl. IV), profondément enfoncés au-dessous des cellules épidermiques et dont les parois ont une épaisseur relativement considérable. Dans la cavité de ces poils, se trouve un petit dépôt cellulosique, faiblement incrusté de calcaire, qui n'est attaché à la paroi que par la partie supérieure, et qui, complètement libre sur toutes ses autres faces, pend dans la cavité du bulbe. Sur des figues de moins en moins développées, ces poils prennent toute la série des formes représentées fig. 19 à 22 (Pl. IV). Ils sont plus longs, à parois plus minces; le dépôt de cellulose qui remplit la cavité est moins considérable et demeure en contact avec les parois, sa surface inférieure seule étant libre. Ce dépôt disparaît même complètement dans les poils très jeunes, qui sont beaucoup plus développés.

Je n'ai jamais vu, sur des fruits complètement mûrs, de formations cystolithiques plus avancées que celle représentée fig. 18 (Pl. IV). Ceci n'a rien d'ailleurs qui doive nous étonner, et nous verrons que, dans les diverses parties de la fleur ou du fruit qui peuvent présenter des formations cystolithiques, ces dernières, chez quelque espèce qu'on les considère, sont presque toujours peu développées ; elles s'arrêtent à un stade généralement assez peu avancé de leur évolution, sans atteindre leur état définitif.

Le développement des cystolithes s'opère de la même façon dans un autre Ficus, *F. repens* Willd., Roxb., qui nous offre à

considérer un stade intéressant, celui de la formation du pédicule.

Dans la feuille adulte, on trouve au milieu des cellules soulevées en forme de papilles de l'épiderme inférieur quelques grandes cellules dont la paroi externe demeure plane et qui, plongées au milieu du parenchyme vert, contiennent à leur intérieur un cystolithe parfaitement caractérisé. La fig. 1 (Pl. V) représente une de ces formations. En observant des feuilles jeunes, on trouve toute une série de formations qui correspondent à celles déjà décrites dans *Ficus carica*. Les poils, ici, sont seulement beaucoup plus courts ; la fig. 3 (Pl. V) en représente un dont l'intérieur est déjà occupé par un abondant dépôt de cellulose incrustée de calcaire ; la partie inférieure de ce dépôt forme une saillie considérable dans le bulbe. Plus tard, à mesure que le poil se résorbe, la partie supérieure tend de plus en plus à se séparer des parois, en même temps que les granulations calcaires qui l'incrustaient disparaissent dans cette région, pour devenir plus grosses et plus abondantes dans la partie inférieure très développée. Le poil représenté fig. 2 (Pl. V) est parvenu à ce stade : il est facile d'y voir un état intermédiaire entre la formation trichomateuse primitive et le cystolithe définitif ; il suffira, pour constituer le pédicule de celui-ci, d'un rétrécissement un peu plus considérable de la portion supérieure du dépôt cellulosique, qui plus tard présentera l'aspect de la fig. 1.

L'existence, dans des espèces appartenant à un même genre, de deux processus si différents pour la constitution de formations cystolithiques analogues indique qu'il doit y avoir entre ces processus des relations étroites. On peut considérer le premier, celui décrit dans *F. elastica*, *macrophylla* et *rubiginosa*, comme une abréviation, une condensation de l'autre. Déjà, dans *F. repens*, le poil primitif est beaucoup moins développé que dans *F. carica* : on peut admettre que, dans *F. elastica*, ce poil ne se développe pas et n'est plus représenté que par l'épaississement de la paroi cellulaire, qui précède l'apparition du cystolithe ; ces épaississements correspondraient en même temps au dépôt cellulosique qui obstrue entièrement toute la cavité de la

formation trichomateuse primitive. Il est d'ailleurs possible, en examinant ce qui se passe chez les *Celtis*, de voir comment a pu s'effectuer cette abréviation des stades de développement de la formation cystolithique ; nous trouverons en effet dans *Celtis australis* Lin. et *occidentalis* Lin. des cystolithes développés aux dépens de poils encore beaucoup plus réduits que ceux de *Ficus repens ;* plusieurs des états que traversent successivement ces formations sont d'ailleurs intermédiaires entre les deux groupes de faits qui viennent d'être décrits dans les diverses espèces de Ficus.

L'épiderme des feuilles adultes des *Celtis australis* et *occidentalis* est formé, à la face supérieure, par des cellules polygonales dont quelques-unes, plus grandes, se réunissent par leurs sommets pour former une sorte de rosette. C'est au niveau du point de jonction de ces cellules que vient s'insérer le pédicule d'un cystolithe globuleux (fig. 4, Pl. V). Cet épiderme est en outre pourvu de longs poils à cavité incrustée de calcaire, sur lesquels nous aurons à revenir plus loin. Sur une coupe de la feuille, on voit que les cystolithes, soutenus par un pédicule assez long et mince, sont contenus à l'intérieur d'une cellule légèrement déprimée au-dessous des autres cellules épidermiques et qui s'enfonce profondément au milieu du parenchyme en palissade. Quelques-unes de ces cellules, un peu moins avancées dans leur évolution, ont encore leur paroi externe pourvue d'un appendice conique qui représente les restes d'un poil résorbé (fig. 5 et 6, Pl. V). Il est facile de suivre, sur des feuilles à divers états de développement, les différentes formes que revêtent successivement ces cystolithes. Ces formes sont représentées fig. 7 à 12 (Pl. V). On voit que, au début (fig. 12), la formation cystolithique se présente sous l'aspect d'un poil très peu développé, dont le bulbe dépasse à peine les dimensions des cellules épidermiques environnantes, tandis que la partie saillante est à peine un peu plus haute que large. Les parois de ce poil sont assez épaisses et la cavité en est occupée, dans sa partie supérieure, par un très faible dépôt de cellulose qui n'atteint pas le niveau

du bulbe. Dans le poil représenté fig. 11, et qui est parvenu à un état un peu plus avancé, la saillie externe est encore beaucoup moins considérable; dans toute cette partie externe du poil, les parois ont augmenté d'épaisseur ; la cavité du bulbe s'est accrue considérablement et comprime les cellules du parenchyme, au milieu desquelles s'enfonce toute sa moitié inférieure. Par suite de la réduction de la partie saillante du poil, le dépôt cellulosique qui en occupait la cavité sans avoir pris un développement considérable se trouve porté vers le bas et fait maintenant saillie dans le bulbe ; un faible étranglement indique déjà le point où se formera le pédicule du cystolithe. On remarquera qu'ici le dépôt cellulosique est attaché, non pas à la pointe même du poil, mais sur une des parois latérales ; le même fait est indiqué fig. 10. A ce moment, la partie du poil qui fait encore saillie à l'extérieur modifie ses contours : la pointe s'émousse et le poil tout entier perd son aspect primitif, pour prendre plutôt celui d'une cellule très développée qui ferait saillie au-dessus de l'épiderme ; la paroi externe de cette cellule demeure fortement épaissie ; le cystolithe qu'elle contient se façonne : on y distingue un pédicule encore assez épais et une tête arrondie, où commencent à se déposer quelques granulations calcaires ; la fig. 8 représente un cystolithe parvenu à ce stade ; celui représenté fig. 7 est presque à son état définitif; la saillie de la cellule qui le contient est devenue très faible ; la paroi externe s'est amincie, et il suffira maintenant du développement du corps du cystolithe pour l'amener à l'état représenté fig. 5. Quelquefois cependant, les choses peuvent se passer d'une façon un peu différente : c'est ainsi que le poil représenté fig. 9, quoique ayant subi une réduction considérable, n'a pas perdu sa forme primitive ; il passera probablement par un état semblable à celui de la fig. 6, pour ne perdre qu'au dernier moment les traces de son origine trichomatique.

Il est aisé, en considérant certains des états que traverse, dans sa formation, le cystolithe de *Celtis occidentalis*, et notamment ceux que représentent les fig. 7, 8 et 9, de concevoir comment une légère abréviation de ce processus peut correspondre à

celui que suivent, dans leur évolution, les cystolithes de *Ficus elastica*. Les faits essentiels sont les mêmes : épaississement de la paroi externe de la cellule cystolithique; formation, aux dépens de cette paroi épaissie, d'un prolongement cellulosique qui fait saillie dans la cavité cellulaire et devient le point de départ de la formation cystolithique ; développement de la cellule qui s'enfonce profondément dans le parenchyme sous-jacent. La seule différence consiste en ce que, dans *Ficus elastica*, la paroi externe de la cellule cystolithique demeure toujours au niveau des autres cellules épidermiques, tandis que, dans *Celtis occidentalis*, elle fait au-desssus de l'épiderme une faible saillie qui disparaît plus tard. Il est possible d'ailleurs de diminuer encore cette différence, car nous devons nous rappeler que, dans les Bœhmeria, la cellule cystolithique, que l'on ne peut pas hésiter à considérer comme l'homologue de la cellule cystolithique des autres Urticées et des Ficus, fait, aux premiers moments de son développement, une saillie prononcée au-dessus de l'épiderme.

J'ai déjà signalé l'existence, dans l'épiderme des Celtis, de longs poils incrustés de calcaire, qui se trouvent en nombre assez considérable à côté des cystolithes. A l'état adulte, ces poils, dont l'un est représenté fig. 4, sont assez gros et à parois épaisses; leur cavité, très restreinte, n'atteint pas la moitié de la hauteur et est occupée, dans sa partie supérieure, par un dépôt de cellulose régulièrement stratifié et incrusté de calcaire. Le bulbe du poil est entièrement libre. Sa base est entourée par une quinzaine de cellules assez allongées figurant une sorte de rosette, et dont les parois attenantes à la base du poil, comme les parois latérales, sont fortement épaissies ; au contraire, les parois externes, qui sont en contact avec les autres cellules épidermiques, ne sont pas plus épaisses que celles de ces derniers éléments. La cavité de ces cellules en rosette est en partie comblée par un dépôt cellulosique incrusté de carbonate de chaux, qui occupe à peu près la moitié de la cavité, dans la partie la plus rapprochée de la base du poil. Ces dépôts cellulosiques se montrent formés de zones superposées qui s'organisent autour d'un centre placé

le plus près possible du poil. L'incinération montre que ces formations sont le siège d'un assez abondant dépôt de silice qui se localise dans les parois externes épaissies du poil ; la base, ainsi que les cellules en rosette qui l'entourent, est dépourvue de formations siliceuses.

On peut facilement suivre le développement de ces poils. D'abord dépourvus de chaux et de silice, entourés à la base par des cellules qui ne diffèrent pas sensiblement des autres cellules épidermiques, ils sont pourvus de parois minces et brillantes, et leur cavité est absolument libre. Plus tard, les parois s'épaississent, d'abord au sommet du poil, puis de proche en proche jusqu'à la base, et la cavité commence à s'obstruer ; le dépôt de cellulose mêlée de calcaire apparaît d'abord dans la cavité même du poil, près du sommet, et plus tard seulement dans les cellules en rosette. La silice ne se dépose qu'en dernier lieu dans l'épaisseur des parois.

Nous ne devons pas insister sur ce fait ; il suffit de le mentionner en passant. Nous aurons plus tard à le rapprocher de ce que nous offriront un grand nombre des types que nous avons encore à examiner.

L'étude du développement des cystolithes dans les deux genres Ficus et Celtis nous a permis de voir toutes les transitions qui existent entre le processus formatif des cystolithes des Urticées et celui des cystolithes de certains Ficus ; c'est à ce dernier type que se rattachent le plus grand nombre des faits que nous offrent à considérer les familles des Morées, Cannabinées, Artocarpées, Ulmacées et Celtidées. Aussi, dans les représentants de ces familles qui nous restent à passer en revue, ne trouverons-nous plus que des cystolithes bien développés, mais dont l'apparition est toujours précédée de celle d'un poil parfaitement caractérisé, souvent même seulement des poils chargés de carbonate de chaux, mais qui n'arrivent jamais à l'état de cystolithes.

Nous examinerons d'abord ces formations dans *Morus alba* L., où il m'a été possible de suivre pas à pas leur évolution.

Une feuille très jeune de *Morus alba* L., atteignant à peine

une longueur de 8 millim., est couverte, à la face supérieure, de poils très allongés et renflés à la base, qui est encastrée entre les cellules épidermiques. La vaste cavité de ces poils est entièrement occupée, à la partie supérieure, par une masse cellulosique formée de couches successives et chargée de carbonate de chaux. Au niveau du renflement basilaire, cette masse se détache des parois du poil et fait une légère saillie dans la cavité (fig. 14, Pl. V). Sur une feuille plus avancée et atteignant une longueur de 35 millim., on retrouve les mêmes poils, fortement modifiés toutefois dans leur aspect : en effet, tandis que leur longueur a diminué dans une assez forte proportion (fig. 15, Pl. V), ils se sont notablement renflés et paraissent beaucoup plus gros proportionnellement; leurs parois ont subi un épaississement assez considérable vers l'extrémité, qui maintenant est pleine sur une certaine longueur. La masse cystolithique s'est détachée des parois sur une étendue plus considérable et forme actuellement, dans la cavité du poil, une saillie en massue, adhérente seulement par son extrémité supérieure. Les couches concentriques y sont toujours très apparentes et l'action des acides montre que la quantité de carbonate de chaux qu'elle contient a augmenté dans de fortes proportions. Les cellules épidermiques qui entourent la base du poil se sont élevées au-dessus du niveau de l'épiderme. Elles forment ainsi une saillie assez considérable et enserrent plus profondément le bulbe, qui, d'autre part, s'est accru et refoule légèrement les cellules du parenchyme avec lesquelles il se trouve en contact. Il faut noter, en outre, que l'extrémité du poil, qui à un état plus jeune était légèrement recourbée, se trouve ici fortement déjetée sur le côté, presque à angle droit. A un état encore plus avancé (sur une feuille longue de près de 5 centim.), les poils sont presque entièrement globuleux. Leur base seule s'est développée ; l'extrémité s'est au contraire résorbée en partie et forme, tantôt un prolongement creux entièrement déjeté sur le côté (fig. 17, Pl. V), tantôt même, à un stade un peu plus avancé, un simple appendice plein qui, d'abord assez considérable (voir le poil de gauche dans la fig. 16, Pl. V), se

réduit de plus en plus (fig. 18, Pl. V) et peut devenir tout à fait rudimentaire (fig. 16, Pl. V, cystolithe de droite). En même temps, la région basilaire du poil, en s'accroissant, a déprimé plus ou moins fortement devant elle la couche des cellules en palissade (fig. 16 et 18, Pl. V), de sorte que, tant par suite de ce fait que de la réduction de la pointe et de la croissance des cellules épidermiques, le poil se trouve maintenant très profondément enfoncé au-dessous de l'épiderme, sa moitié supérieure seulement faisant saillie à l'extérieur. La masse cystolithique est encore plus complètement isolée que dans les stades précédents. Son point d'attache, qui n'est plus à l'extrémité du poil, mais un peu sur le côté, au point culminant de la cavité, s'est rétréci de manière à constituer un véritable pédicule, qui supporte une masse globuleuse ou tendant à le devenir. La proportion de carbonate de chaux semble avoir encore augmenté, et l'on voit, dans quelques cas, des concrétions distinctes qui masquent la structure concentrique de la masse de cellulose.

Un poil pris sur la même feuille (fig. 19, Pl. V), mais encore plus avancé, était complètement globuleux ; son extrémité effilée avait entièrement disparu et n'était plus représentée que par un épaississement plus considérable de la paroi au niveau du point d'attache du cystolithe. Ce dernier, attaché par un pédicule encore assez large, montrait des concrétions calcaires nettement distinctes, et sa forme, complètement globuleuse, indiquait même une tendance à la séparation de la masse en lobes distincts.

De ces formes à celle du cystolithe parfait, que l'on trouve dans les feuilles adultes, il n'y a pas loin, et l'on peut aisément concevoir la transformation d'un poil, tel que ceux que nous venons de décrire, en un cystolithe complètement développé ; les fig. 20 et 21 (Pl. V) représentent deux de ces corps, chargés de concrétions distinctes, partagés en plusieurs lobes et suspendus par un mince pédicule, au centre d'une vaste cellule ; cette dernière, profondément enfoncée au centre du parenchyme vert, ne fait plus saillie au-dessus de l'épiderme; celle représentée fig. 21 (Pl. V) est même légèrement déprimée au-dessous du

niveau des cellules épidermiques. Il faut attribuer ce fait surtout à l'accroissement de ces derniers éléments, qui ont considérablement gagné en hauteur et dont quelques-uns même se sont divisés par une cloison transversale.

L'inspection des figures qui représentent les divers états de formations des éléments cystolithiques ne permet pas de considérer les cellules qui les contiennent autrement que comme le bulbe considérablement développé des poils primitifs.

L'incinération dénote la présence, dans la masse des cystolithes adultes, d'une petite quantité de silice; mais il m'a été impossible de voir nettement à quelle époque apparaît cet élément. Il semble cependant ne se déposer dans la masse cellulosique que dans la dernière période de l'évolution du cystolithe.

Les fruits de *Morus alba* sont pourvus, sur toute leur surface épidermique, de formations cystolithiques, mais qui se sont arrêtées dans leur développement et demeurent toujours à l'état de poils. Sur un fruit complètement mûr, ces poils sont relativement peu nombreux dans la région basilaire de chaque drupéole et rappellent comme forme et comme constitution, quoique avec des dimensions beaucoup plus réduites, ceux représentés fig. 15 et 16 (Pl. V). A mesure que l'on se rapproche du sommet de la drupéole, les formations trichomatiques deviennent de plus en plus nombreuses et se présentent en même temps sous des états moins avancés. Au sommet, elles appartiennent à la forme représentée fig. 14 (Pl. V). En aucun point du fruit, il n'y a de formations cystolithiques plus complètement évoluées.

Tous les faits qui viennent d'être décrits pour *Morus alba* peuvent s'appliquer sans aucune modification à *M. nigra* Lin. et *rubra* Lin.

Dans la familles des Cannabinées, les cystolithes, qui se constituent, nous le verrons, de la même façon que ceux des Morus, en diffèrent un peu, à l'état adulte, par la réduction considérable du pédicule, le cystolithe paraissant directement appliqué contre la membrane cellulaire et par la disposition des granulations de carbonate de chaux, qui sont ici beaucoup plus petites et ne

déterminent pas la formation, à la surface de la masse cystolithique, de protubérances et de saillies plus ou moins irrégulières.

Les fig. 22 à 24 (Pl V) représentent trois états successifs du développement d'un cystolithe de *Cannabis sativa* Lin. Sur une feuille jeune (fig. 22), la formation cystolithique a l'aspect d'un poil conique, assez gros et court, dont le bulbe, déjà très développé, s'enfonce au milieu du parenchyme vert. La cavité de ce poil est occupée par un dépôt cellulosique à couches concentriques assez apparentes, chargé de carbonate de chaux, qui remplit exactement tout le poil et fait, dans le bulbe, une saillie assez prononcée. A un stade un peu plus avancé (fig. 23), le poil s'est résorbé en grande partie : il ne fait plus, au-dessus de l'épiderme, qu'une saillie assez faible et ses parois se sont assez fortement épaissies ; la masse cystolithique s'est en même temps détachée des parois, en prenant une forme globuleuse, et n'est plus en contact avec le poil que par sa partie supérieure ; la quantité de carbonate de chaux qu'elle contient est un peu plus considérable, mais ne forme pas des granulations appréciables. A l'état adulte, enfin (fig. 24), le poil est à peu près complètement résorbé ; la cellule cystolithique forme seulement, au-dessus de l'épiderme, une légère proéminence arrondie. Le cystolithe vient s'insérer en ce point par un pédicule cellulosique très large, peu distinct de la masse même du cystolithe. Cette dernière, quoique assez fortement chargée de carbonate de chaux (c'est ce que prouve l'action des acides), ne montre pas de granulations calcaires bien distinctes, et laisse voir encore assez nettement les couches concentriques qui la constituent.

Il est difficile de considérer ces formations autrement que comme des cystolithes véritables, analogues à ceux précédemment décrits, mais qui se seraient arrêtés un peu plus tôt dans leur évolution, avant que le pédicule ait eu le temps de prendre la forme qu'il revêt dans les cystolithes complètement développés de Ficus, de Celtis, ou de Morus. En somme, ces formations seraient assez exactement les homologues du cystolithe de *Morus alba*,

encore incomplètement développé, représenté (fig. 19, Pl. V).

Les mêmes faits peuvent s'observer chez *Humulus lupulus* Lin. : la feuille adulte est couverte, surtout à la face supérieure, d'un grand nombre de formations cystolithiques à divers degrés de développement. Les unes (fig. 25 *a*, Pl. V) se présentent sous forme de poils assez gros et courts, à parois épaisses, dont la cavité est occupée par un dépôt cellulosique mêlé de calcaire, qui fait une très forte saillie dans la cavité du bulbe ; ce dernier est encore assez peu développé et ne dépasse guère le niveau inférieur des cellules épidermiques. La base de ce poil est entourée d'une rangée de cellules épidermiques, formant une sorte de rosette, dont la disposition est très bien indiquée par la fig. 30 (Pl. V), qui représente le squelette siliceux d'un de ces poils. La cavité de ces cellules en rosette, dans la partie qui touche à la base du poil, est occupée par un faible dépôt cellulosique, également incrusté de calcaire. Ce dépôt, à mesure que le poil se développera, va prendre une importance de plus en plus considérable et occuper enfin toute la cavité de la cellule. Cette disposition, isolée dans le groupe des Urticinées, est importante à noter, car nous la retrouverons d'une façon constante dans les formations que nous aurons à décrire plus loin chez les Borraginées.

En *b* (fig. 25, Pl. V), le poil cystolithique s'est déjà en partie résorbé. Sa cavité a presque entièrement disparu, et le bulbe a pris un accroissement assez considérable, s'enfonçant au milieu du parenchyme sous-jacent ; la masse cystolithique, qui a suivi l'accroissement du bulbe, est encore fixée aux parois du poil par une très large base. Les fig. 26 et 27 (Pl. V) nous montrent deux états encore plus avancés ; le poil est ici réduit à une très faible excroissance conique, sans traces de sa cavité primitive. La masse cystolithique a fortement arrondi ses contours, tandis que son point d'attache s'est un peu localisé en devenant plus étroit. Cependant, dans la fig. 26, le bulbe fait encore au-dessus de l'épiderme une saillie assez considérable, qui a disparu dans fig. 27.

Si les poils cystolithiques, à ces divers états de développement, sont très nombreux sur une feuille adulte d'*Humulus lupulus* L.,

il est beaucoup plus rare d'y rencontrer des formations analogues à celle représentée fig. 28 (Pl. V). Ici, toute trace de poil a complètement disparu, et nous avons affaire à un cystolithe véritable parvenu au même point de son évolution que le cystolithe de *Cannabis sativa* L. Les cellules en rosette qui l'entourent ont leur cavité entièrement obstruée par leur dépôt cellulosique et calcaire, disposé en zones concentriques nettement apparentes. Il n'y a pas lieu de s'étendre sur la description de ce cystolithe, qui ne diffère de celui de *Cannabis sativa* L. que par la présence des cellules en rosette.

La masse cystolithique contenue dans les poils, comme le dépôt qui obstrue les cellules en rosette, fait une très vive effervescence sous l'action des acides. Après ce traitement, la cavité du poil ne contient plus qu'une masse cellulosique très peu apparente ; la paroi de la base apparaît alors parsemée de petites ponctuations brillantes qui correspondent à autant de proéminences. Le résidu cellulosique est beaucoup plus abondant et plus apparent dans les cellules en rosette ; on y voit très nettement la disposition en couches concentriques, qui est déjà assez apparente avant le traitement par les acides.

L'incinération montre que la cuticule presque tout entière est silicifiée, à l'exception des gros poils, dépourvus de calcaire, dont la feuille est aussi couverte ; le dépôt de silice s'est étendu sur toutes les cellules épidermiques, sans respecter leurs limites. On peut cependant s'assurer que ce dépôt a toujours débuté par les poils cystolithiques, et il n'est pas rare de rencontrer, après l'incinération, des squelettes siliceux reproduisant exactement la forme d'un poil, tandis que tous les éléments environnants ont disparu (fig. 29, Pl. V). D'autres fois (fig. 30), la silicification a envahi les cellules en rosette, sans dépasser leurs contours ; mais, le plus souvent, elle ne s'arrête pas là et s'étend sur toutes les cellules épidermiques environnantes.

Il faut encore rapporter à ce type de formations cystolithiques, arrêtées avant leur complet développement, celles de la feuille d'*Artocarpus incisa* Lin. fil. ; mais ici l'arrêt s'est produit encore

plus tôt, et, même sur des feuilles pleinement adultes, on ne trouve pas de formations analogues à celles représentées fig. 24 ou 28 (Pl. V), mais seulement des poils analogues à celui de la fig. 23 (Pl. V). Je n'ai eu à ma disposition que des feuilles adultes d'Artocarpus, de sorte que je n'ai pu suivre le développement de ces formations ; mais il y a tout lieu de croire qu'il ne s'écarte pas de celui décrit pour les types précédents. C'est probablement à ce fait que les feuilles observées étaient desséchées depuis longtemps, qu'il faut attribuer la pauvreté des poils cystolithiques en carbonate de chaux [1].

Dans certains cas, enfin, la formation cystolithique, arrêtée dans son développement, peut revêtir une forme sensiblement différente de ce qu'on observe généralement. C'est ainsi que, dans les feuilles d'*Ulmus campestris* Lin., ces formations prennent les aspects représentées Pl. VI, fig. 1 à 5.

Sur une feuille jeune, les deux faces sont couvertes de poils allongés, fortement renflés à la base, de manière à constituer un bulbe à peu près sphérique (fig. 1, Pl. VI). Toute la cavité du poil et une grande partie de celle du bulbe sont occupées par un dépôt cellulosique fortement chargé de carbonate de chaux. La base du poil est entourée d'une rosette de cellules polygonales, qui se distinguent des autres cellules de l'épiderme par l'épaisseur plus considérable de leurs parois (fig. 1, Pl. V)), et par leur saillie plus considérable (fig. 2, Pl. VI). L'incinération montre que ces cellules en rosette sont fortement silicifiées, bien que ne contenant pas de carbonate de chaux. Sur les feuilles un peu avancées, le dépôt de silice s'étend d'ailleurs, bien qu'en moindre proportion, à toutes les cellules épidermiques, n'épargnant que les poils, qui n'en montrent pas de traces.

---

[1] Les feuilles desséchées, conservées en herbier, et souvent même celles séparées depuis un jour ou deux de la plante, offrent fréquemment des cystolithes très pauvres en sels calcaires. Ce fait ne se produit pourtant pas toujours, et des feuilles des Pilea et des Acanthacées conservées depuis longtemps en herbier m'ont montré des cystolithes inaltérés et dont les concrétions calcaires étaient encore nettement cristallisées, comme le démontrait l'examen à la lumière polarisée.

A un état un peu plus avancé, le poil se montre tel qu'il est représenté fig .2 (Pl. VI). La cavité s'est obstruée en grande partie et la moitié supérieure du trichome est maintenant pleine. Le dépôt de cellulose et de carbonate de chaux s'est réduit d'autant.

Sur une feuille adulte, à côté de formations analogues à celles qui viennent d'être décrites, s'en trouvent d'autres, représentées fig. 3 et 4 (Pl. VI). Ici, presque toute la cavité du poil s'est oblitérée et le poil lui-même s'est brisé, de manière que son bulbe seul, très développé, subsiste et ne fait plus qu'une saillie assez faible au-dessus de l'épiderme. Le dépôt cystolithique s'est maintenant étendu à toute la cavité du bulbe, qu'il remplit complètement.

Enfin, mais plus rarement, on rencontre sur l'épiderme de la feuille adulte des formations qui, comme celle de la fig. 5 (Pl. VI), n'offrent plus de traces de leur origine trichomatique. Toute la portion externe du poil s'est résorbée, et le bulbe seul persiste ; sa forme s'est légèrement modifiée, et il a l'aspect d'une cavité arrondie à la partie supérieure, terminée, au contraire, en pointe à la partie inférieure, encastrée entre les cellules en rosette qui l'entourent et exactement remplie par un dépôt calcaire, qui ne revêt pas ici une forme spéciale, indépendante de celle de la cavité qui la contient.

Les feuilles de *Broussonetia papyrifera* Vent. nous présentent encore des formations cystolithiques arrêtées dans leur développement, mais qui, au moins généralement, restent fixées dans une forme normale, sans subir une déformation analogue à celle qui frappe les poils d'*Ulmus campestris*.

Sur une feuille jeune, ces formations sont représentées par de longs poils minces, dont la base à peine dilatée est entourée d'une rangée de cellules en rosette assez étroites, et qui font une forte saillie au-dessus des autres cellules épidermiques. D'abord vide, la cavité de ce poil est plus tard obstruée par un dépôt cellulosique mêlé de carbonate de chaux, qui, partant de la pointe, finit par envahir toute la portion libre du poil, et même par faire une légère saillie à l'intérieur du bulbe.

Sur une feuille un peu plus avancée, le poil a subi des modifications assez considérables et se présente sous l'aspect représenté fig. 6 (Pl. VI) : dans toute la partie supérieure, la cavité, d'abord obstruée par le dépôt cellulosique et calcaire, mais encore visible, a maintenant tout à fait disparu ; dans cette région, on ne trouve plus qu'une masse pleine formée de cellulose pure, et, le plus souvent, la pointe est brisée. Dans la région inférieure, la cavité est encore visible et les parois du poil se distinguent nettement de la masse cystolithique ; cette dernière, dans la partie supérieure, est presque dépourvue de carbonate de chaux et la quantité de calcaire devient de plus en plus considérable, à mesure que l'on s'avance vers les parties inférieures. Le bulbe du poil s'est dilaté en s'arrondissant et est maintenant occupé par une masse cystolithique globuleuse entièrement séparée des parois et riche en calcaire Les cellules en rosette conservent leur forme primitive.

Plus tard (fig. 7, Pl. VI), le poil se réduit encore, par suite de la disparition de sa partie supérieure ; le bulbe s'est encore accru et la masse cystolithique est presque entièrement réduite au dépôt qui occupe ce bulbe. En même temps, les cellules en rosette qui entourent la base du poil se sont divisées par une cloison transversale, de manière à former une collerette à deux étages. Ces divisions continuent plus tard pour former un triple ou quadruple anneau de cellules qui, s'élevant fortement au-dessus de l'épiderme, enserrent profondément la base du poil (fig. 8, Pl. VI).

Jamais je n'ai vu les formations cystolithiques de *Broussonetia papyrifera* dépasser le stade qui vient d'être décrit et revêtir une forme plus rapprochée de celle d'un cystolithe normal. Encore faut-il remarquer que si ces formations, comme celles d'*Ulmus campestris*, perdent, en tout ou en partie, leur aspect primitif, cela tient, non à une résorption de la partie saillante du poil, comme cela se passe dans les autres types précédemment décrits, mais à la chute de cette partie, qui se détache accidentellement, selon toute probabilité.

Encore un grand nombre de poils de *Broussonetia papyrifera* sont-ils loin d'atteindre cette forme. A la face supérieure des feuilles surtout, beaucoup s'arrêtent à l'état représenté fig. 8 (Pl. VI). Ici, le poil, assez fortement élargi, a conservé sa longueur primitive et se termine par une pointe aiguë. Sa cavité, qui demeure absolument distincte dans toutes ses parties, est occupée à la partie supérieure par une masse cellulosique incrustée de carbonate de chaux, et le plus souvent en contact intime sur toute la longueur avec les parois. Il arrive souvent que, dans les poils de cette dernière forme, on voit, outre cette masse, deux formations cystolithiques pédiculées attachées de chaque côté aux parois longitudinales. Quelquefois encore, la masse même qui occupe le sommet du poil peut se séparer des parois, acquérir un pédicule et revêtir la forme d'un petit cystolithe analogue à ceux qui occupent les parois latérales. Enfin et surtout à la face inférieure, on voit souvent des poils dont la pointe est dépourvue de toute formation de ce genre et dont la cavité est seulement occupée par deux cystolithes latéraux. Ces divers faits, indiqués d'abord par Sachs [1], ont été décrits et figurés par Karl Richter [2].

(*A suivre.*)

---

[1] Sachs; *Lehrbuch*, pag. 69.

[2] *Loc. cit.*, pag. 9, pl. I, fig. 5, 6, 7.

LES

ALBÈRES FRANÇAISES ET ESPAGNOLES

DEUXIÈME MÉMOIRE.

ÉTUDE GÉOLOGIQUE ET MINÉRALOGIQUE.

Par M. Paul SEIGNETTE,

Docteur ès Sciences, Inspecteur des études au Prytanée militaire.

La Société géologique de France vient de recevoir avec douleur et sympathie la nouvelle de la mort de Paul Seignette, auteur du Mémoire que nous imprimons.

Élève de Leymerie, voué dès sa jeunesse au culte de la géologie, Paul Seignette promettait à la science d'intéressantes contributions pour l'histoire des Pyrénées, qui l'attiraient, par suite de circonstances de naissance et de résidence, d'une manière toute spéciale ; sa Thèse, faite sous l'inspiration du professeur éminent de Toulouse, soutenue après la mort de Leymerie à notre Faculté, en livrait un chapitre important.

La Société Languedocienne de Géographie a publié la première partie de l'étude sur les Albères dont nous insérons la seconde dans notre Revue; nous le faisons en respectant aujourd'hui dans son intégrité l'œuvre de notre regretté correspondant; son caractère posthume nous a paru s'opposer à des coupures qui ne devaient d'ailleurs en compromettre ni l'intérêt ni la valeur.

La mémoire de Paul Seignette et sa famille trouveront dans cette respectueuse fidélité un témoignage public de notre haute estime pour l'ouvrier encore jeune surpris par la mort en pleine activité de dévouement, en dépit d'occupations administratives, à une science qui lui était chère.

P. de R.

PRÉFACE.

> Tous les travaux qui s'exécutent sur les Pyrénées montrent qu'il y a beaucoup à faire dans cette région et que l'on y rencontre à chaque pas des faits nouveaux et intéressants.
>
> M. Hébert, 1881.

Il y a déjà plus d'un siècle, l'ingénieur anglais Guillermo Bowles, alors au service de l'Espagne, exprimait cette pensée : « La geografia fisica es el concimiento de las tierras de nuestro globo desde la superficie hasta lo mas profundo que les hombres han penetrado [1] ».

Cette pensée a toujours été la nôtre; c'est en vertu de ce principe que, voulant connaître la nature géologique des Albères, nous avons été amené dès l'abord à faire l'étude du relief.

Dans un premier Mémoire « *Les Albères françaises et espagnoles* », étude géographique, orographique et hydrographique, nous avons présenté l'étude de la surface.

L'étude géologique des masses qui constituent les Albères françaises et espagnoles, tel est le sujet de ce second Mémoire.

Durant quatre années, nous avons consacré nos heures de vacances à l'étude de ces montagnes; nous les avons parcourues en tous sens; aussi, comme dans notre étude géographique de la contrée, avons-nous la certitude de ne rien avancer qui n'ait été l'objet d'une vérification attentive.

Mais les Albères étaient à peine connues, les Mémoires sur cette chaîne difficiles à rencontrer; aussi, voulant donner un travail aussi complet que possible, avons-nous partagé notre étude en deux parties :

1° Une partie historique, où nous avons cherché à résumer, sous le plus grand soin, les travaux de nos devanciers ; elle comprend les principales observations faites depuis 1746 jusqu'à nos jours;

2° Une partie géologique, dans laquelle nous avons marché par coupes parallèles, depuis le pic de Costabonne, naissance des Albères, point de séparation du massif du Canigou, jusqu'à la mer au Cabo de Creus [2].

---

[1] Introduccion a la historia natural y a la geografia fisica de Espana. D. Guillermo Bowles, 1775.

[2] Dans notre Étude géographique des Albères françaises et espagnoles nous

Notre travail est terminé par un résumé de ces études locales donnant la véritable histoire géologique de la chaîne.

Dans ce long parcours, nous avons rencontré au milieu des roches anciennes des points délicats, qui avant les derniers progrès faits par la minéralogie présentaient au naturaliste des problèmes souvent insondables; le savant auteur de la Minéralogie micrographique a bien voulu nous prêter son précieux concours. Nos principaux échantillons ont été soumis à son analyse; nous prions M. Fouqué de vouloir bien accepter l'hommage de notre reconnaissance.

ÉTUDE GÉOLOGIQUE DES ALBÈRES.

Nous nous proposons, dans cette seconde partie de notre travail, de faire connaître la constitution géologique des Albères.

Pour arriver à ce résultat, nous suivrons la méthode qui a donné de si bons résultats entre les mains de M. Lory lorsqu'il a décrit le massif de la Grande-Chartreuse; nous procéderons par séries de coupes parallèles, en marchant de l'Ouest vers l'Est, du pic de Costabonne au Cabo de Creus.

L'étude de ces coupes sera accompagnée de la description géologique des points dignes d'intérêt placés dans le voisinage.

L'importance toute spéciale du bassin qui a pour centre Amé-

---

avons donné les raisons géographiques qui nous font adopter, avec M. Élisée Reclus, le cap Creus comme la limite Est des Albères. Cette délimitation est si bien dans la nature, qu'au point de vue géologique elle était déjà présentée dès 1823 par l'un des savants qui ont le plus fait pour la connaissance des Pyrénées, le géologue de Charpentier.

Nous lisons, en effet, pag. 3 :

« La chaîne des Pyrénées s'étend depuis le cap de Cervère au sud-est de Collioure, ou plutôt depuis le cap de Creus, près de Roses, sur les bords de la Méditerranée... »

Et pag. 37 :

« Les Pyrénées prennent naissance au cap de Creus, près du golfe de Roses. Elles y sortent brusquement de la Méditerranée et forment d'abord des montagnes basses. »

Le même géologue fait partir, comme nous, les Albères du pic de Costabonne (pag. 4).

« Une chaîne qui se détache au fond de la vallée de la Téta porte le nom spécial d'Albères *. »

* De Charpentier ; Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées, 1823.

lie les Bains, l'étude des travaux publiés sur cette localité, nous ont forcé à nous étendre d'une manière toute particulière sur cette localité.

Comme classification et comme nomenclature des formations, nous avons adopté celles qui ont été suivies par M. Hébert durant l'année 1882, dans ses cours à la Sorbonne[1].

Nos coupes, au nombre de treize, sont les suivantes :

N° 1. — Coupe de Paracoll (contre-fort du Canigou) à Greixenturri (Espagne) par la Preste, Espinabell, Mollo et Camprodon.

N° 1 *bis*. — Coupe des bains de la Preste à Espinabell.

N° 2. — Coupe de Planavère à Espinabell par le col de Planavère.

N° 3. — La Tour de Mir.

N° 4. — Coupe du Pas du Loup à Coustouges (France), avec prolongement sur Tapis et Massanet de Cabres (Espagne).

N° 5. — Coupe par les collines de Montbolo, Amélie-les-Bains et la Serre d'en Merle.

N° 6. — Coupe de Blaye par le mas Grife, à la naissance du canal d'irrigation.

N° 7. — Coupes du Boulou au pont de Capmany par les bains de Fenouillar, le mas d'en Comte, l'Écluse, le fort Bellegarde et la Junquera.

N° 8. — Coupe de Sorède à Récasens par la Forge et le col de Lory[2].

N° 9. — Coupe du pic de Sailfort à Argelès-sur-Mer par la tour de la Massane.

N° 10. — Coupe du fort de Collioure (fort carré) au pic de Sailfort.

N° 11. — Coupe du col de Banyuls au laboratoire de Banyuls-sur-Mer par le mas Cournet, les Abeilles et Ville Amont.

N° 12. — Coupe par l'arête des Albères, du pic de Termes au cap Cerbère.

N° 13. — Sierra de San Pedro de Roda.
Coupe de la mer (Casas del puerto del mar) à Peralda par Llansa et Vilajuiga.

Ces coupes sont accompagnées d'une carte d'assemblage dressée avec un soin tout spécial.

---

[1] Résumé par MM. Munier Chalmas, Bergeron et Fallot.

[2] La coupe n° 8 n'a pas été l'objet d'une représentation graphique, la coupe n° 9 reproduisant les mêmes détails.

PARTIE HISTORIQUE.

Travaux publiés sur les Albères françaises ou espagnoles, de 1746 à 1884.

Pierre Barrère.

Observations sur l'origine et les formations des pierres figurées. — Paris, in-8, 2 planches. 1746.

L'auteur a reconnu à Coustouges l'existence du terrain à cyclolites et a communiqué ses observations au Père J.-J. Torrubia; il a aussi décrit et figuré les nummulites qui se rencontrent en si grande abondance à Gerona.

Cet ouvrage est introuvable, il en existe cependant deux exemplaires dans la riche bibliothèque du Muséum; mais, par suite de l'absence du numérotage dans les anciennes collections de cet établissement, il ne m'a pas été possible de le consulter.

Le P. J.-J. Torrubia.

Aparato para la historia natural Española. Tomo primero contiene muchas dissertationes physicas especialmente sobre il diluvio. — Madrid, in-4, 14 planches. 1754. Halle, traduit en allemand. 1773.

En lisant le curieux ouvrage du P. Torrubia, on sent que l'on est encore à l'aurore de la géologie. Dans une série de chapitres du plus grand attrait, l'auteur s'attache à démontrer que les pétrifications, principalement celles observées par Barrère à Coustouges, sont de véritables corps marins.

Le chapitre VIII est consacré à cette étude; ce chapitre est intitulé : *De la cuesta de las Calaveras en la Nueva Espana y de los Priapolitos y Histerolitos Espanoles. Il y traite des pierres* (*las que cabalmente representan naturam mulieris y las que con la nuisma propriedad nuestram naturam virilem*).

Nous avons eu la satisfaction d'y rencontrer la relation de Barrère dont nous donnons le passage suivant :

« In Ruscionensi agro, vulgo Roussillon, circà montis Pyreneos »conterminos inter Galliam et Hispanias, sedere videntur duo

»pagi spectantes ad ditionem Abbatiæ Arelatensis Monachorum »Reguliarum S. Benedicti, quorum unus situs est septentrionalem »partem versus qui Catalaunico idiomate vocatur S. Laurens de »Cerda : alter vero respicit meridiem, cujus nomen vocatur Cos»toujes, à se invicem distantes unicam circiter leucam. Quisque »vicus habet in dorso montem ex adverso positum, et unusquisque »horum montium raros et singulares fœtificat lapides, hoc dis»crimine tamen peculiari, et religiosa observantia, ne promiscuè »suos in lucem ædant fœtus : ità ut mons situs in dorso de S. »Laurens de Cerda, septentrionalem versus, lapides fœmellas so»lummodo procreet : mons verò Costujes meridionalem aurem os»tans, numquàm legirupio inventus lapides mares tantum emi»tatur... »

L'auteur termine par cette observation : « Son pues nuestras calaveras y nuestros Priapolitos y Histerolitos cierta specie de Idiomorphos, cuya configuracion, universalmente cabal en tatnos millares de piedras, pende de concurso fixo de varias causas naturales. »

L'abbé Palassou.

Essai sur la minéralogie des monts Pyrénées.

L'Essai sur la minéralogie des monts Pyrénées est un ouvrage des plus remarquables; nous ne devrons pas y rechercher l'exactitude géologique qui distingue les travaux récents; mais, quoique vieux d'un siècle, il présente encore des aperçus très justes et des faits d'une grande exactitude.

Quatre chapitres de cet ouvrage traitent des Albères; ils sont intitulés :

1° Description minéralogique des montagnes qui bordent la vallée qu'arrose la Tet, dans le Roussillon.

2° Depuis Perpignan jusqu'à Prats-de-Mouillou.

3° Depuis Perpignan jusqu'à la Junquere, en Espagne.

4° Depuis Perpignan jusqu'à Notre-Dame-des-Abeilles, lieu situé au sommet des montagnes qui dominent du côté sud sur la valée de Collioure.

Dans la première étude signalée, Palassou a reconnu les calcaires des bains de Thuès; il en donne la direction de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E. et l'inclinaison S.-S.-O. au N.-N.-E.

« On aperçoit entre les bancs de schiste des masses de marbre gris qui, prolongeant dans la direction ordinaire, doivent se trouver à une petite distance d'Eu et peut-être sous ce village [1]. »

Dans le chapitre suivant, le diluvium du Tech est bien compris. « Le sol est composé de terres argileuses et de pierres roulées, qui se font remarquer principalement dans le voisinage des rivières; cette contrée, de même que toutes celles qu'on remarque auprès des Pyrénées, est formée de débris des montagnes.» Et dans ce même chapitre :

« Les bords du Tech sont couverts de pierres roulées qu'elle a charriées des montagnes. »

Les marbres gris au sud de Prats-de-Mollo sont aussi désignés.

Il en est de même, dans la description de Perpignan à la Junquère, des calcaires au nord de l'Écluse, et, observation importante, l'auteur reconnaît l'inclinaison et la direction des bancs de granite au voisinage du fort de Bellegarde; inclinaison de S.-S.-O. au N.-N.-E. Direction des bancs de l'O.-N.-O. à E.-S.-E.

Dans le dernier chapitre, nous trouvons cette observation : « On m'a assuré qu'il se trouve des pierres calcaires du côté de Notre-Dame-des-Abeilles, mais il faut qu'elle soit d'une mauvaise qualité; celle qu'on emploie dans cette partie des Pyrénées se tire communément des montagnes des Corbières » ; et enfin, cette considération importante :

« Les plaines du Roussillon paraissent avoir été autrefois une espèce de golfe entre les Pyrénées et les Corbières. Des dépôts successifs formés de débris que les rivières charrient continuellement ont élevé le terrain et en même temps reculé les bornes de la mer. Ces changements ne manquent jamais d'arriver à l'embouchure des rivières. »

---

[1] Pag. 284 et suiv.

De Charpentier.

Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées, in-8. 1823.

Le grand géologue de Charpentier, qui a étudié avec tant de précision les Pyrénées Occidentales et les Pyrénées Centrales, ne nous donne qu'un faible contingent de matériaux pour l'étude des Albères; il a séjourné dans la vallée de Baïgorry (pays Basque) où l'appelaient ses premiers travaux; Engomer et Vicdessos, dans l'Ariège, ont été ensuite ses centres d'opérations, et nous avons le regret d'avoir à constater que les montagnes des Albères ont été l'objet d'études rapides : c'est la partie la plus sacrifiée de son grand travail; aussi ne rencontrons-nous dans l'*Essai géognostique des Pyrénées* qu'un fort petit nombre de renseignements particuliers.

La carte géognostique des Pyrénées ne porte que deux teintes pour la région des Albères; le terrain granitique y prend des proportions telles que l'on reconnaît, au premier examen, que l'auteur a prolongé ses teintes sur le territoire espagnol sans l'avoir visité : c'est ainsi que Camprodon, Peralada, Saint-Laurent de la Muga, sont indiqués commé situés dans le terrain granitique [1].

La seconde teinte, le terrain de transition, recouvre deux fragments de la carte, l'ouest de Céret, Palalda et le Fort, et plus en amont, un autre massif qui s'étend du hameau du Tech au mont Costaben, en enfermant Prats-de-Mollo.

De la lecture de l'*Essai géognostique*, il résulte que de Charpentier a remonté la vallée du Tech jusqu'à Saint-Laurent et a visité la vallée de Saint-Laurent-de-Cerdans; il a constaté la présence du granite en aval du hameau du Tech; il a vu ce granite

---

[1] Les erreurs manifestes que nous présente cette carte pour le territoire espagnol, en tenant compte de l'état de la science à cette époque, ne sont que trop facilement expliquées par la situation politique de cette contrée.

Nous trouvons en effet dans la description du grès rouge d'alors, pag. 455 : « Les troubles de la guerre m'ont empêché de m'assurer si ce terrain existe dans la partie de l'Espagne entre la vallée de l'Essera et la Méditerranée ».

à l'état d'arène aux environs de Saint-Laurent-de-Cerdans et dans la vallée du Tech, en opérant la descente du Canigou; enfin, entre Céret et Palalda (un peu au-dessus de la forge catalane dite del Pont-Nau, ainsi qu'auprès de Prats-de-Mollo et de Saint-Sauveur), il a constaté la présence du schiste argileux et du calcaire transition.

Tels sont les seuls renseignements que de Charpentier donne sur la géologie de la partie est des Pyrénées, c'est-à-dire de la chaîne des Albères.

Marcel de Serres.

Voyage géologique dans les Pyrénées-Orientales, ou Essai géographique sur ce département.— Mémoires de la Société Linnéenne de Normandie publiés par M. de Caumont, 2e série, tom. I, pag. 157. 1829. Extrait d'un Mémoire inédit adressé par l'auteur à la Société Linnéenne de Normandie.

Le travail de Marcel de Serres comprend l'étude des trois vallées principales des Pyrénées-Orientales, la vallée de la Tet, celle du Tech et enfin la vallée de l'Agly.

L'auteur nous dit que « toute la partie orientale du département est tertiaire, à l'exception de l'extrémité la plus méridionale, où se montrent sans intermédiaire les terrains inférieurs secondaires dits de transition, lesquels se prolongent presque sans interruption dans la même direction jusqu'à l'ouest du département ».

Marcel de Serres a le grand mérite d'avoir reconnu le premier la présence de la craie dans le massif de Coustouges.

---

[1] Malgré nos recherches, ce Mémoire n'a pas été trouvé par moi dans les bibliothèques publiques ; je doute même de sa publication par suite du passage ci-joint de d'Archiac, 1859. Nous lisons en effet dans son grand Mémoire, *les Corbières*, Études géologiques d'une partie des départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales, la note suivante à la page 246 :

Géognosie des terrains tertiaires, in-8° avec 6 planches de fossiles. Marcel de Serres. Montpellier, 1829.

M. Marcel de Serres avait rédigé un travail fort étendu sur la géologie des Pyrénées-Orientales; mais l'extrait qui en a été publié en 1829 par la Société Linnéenne de Normandie n'a pu nous être d'aucune utilité, et la carte qui paraît y avoir été annexée nous est restée inconnue.»

« La craie compacte, qui, comme on le sait, appartient aux terrains secondaires supérieurs, constitue, vers la pointe méridionale du département des Pyrénées-Orientales, un petit système qui paraît se prolonger bien au delà de Custoja vers l'Espagne. Cette exception à la composition des montagnes secondaires des Pyrénées est d'autant plus remarquable qu'elle est unique. La craie compacte caractérisée par les *Radiolites Rotularis*, les *Cyclolites hemispherica*, le *Pecten quinquecostatus* et un grand nombre d'Hippurites, y constitue des montagnes extrêmement abruptes et dont les cimes ressemblent assez bien à des ruines ou à des tours à demi délabrées. »

Joseph Anglada.

Traité des eaux minérales et des établissements thermaux du département des Pyrénées-Orientales.—Paris, 2 in-8. 1833.

L'auteur de cet important travail consacre un chapitre aux « eaux thermales sulfureuses de la vallée du Tech ».

Pénétré des idées de De Charpentier, il donne en passant quelques notions géologiques sur la contrée.

C'est ainsi qu'il reconnaît au Serrat d'en Merle un caractère de transition fortement dessiné, qu'il constate la présence du grès rouge à Amélie-les-Bains : il indique dans ce grès rouge la présence du fer sulfureux en grande masse, ainsi que celle de la baryte sulfatée ; il parle de traces de plomb sulfuré au Puig d'Olou; enfin il décrit les roches de la Preste.

« Les sources thermales de la Preste s'échappent du sein même du granite ; mais ce granite, très chargé de feldspath et peu abondant en mica, semble passer au gneiss ou à la pegmatite. La roche, d'une couleur grisâtre, est très quartzeuse et surtout éminemment feldspathique ; le quartz y est d'un gris terne fort irrégulièrement disséminé. Le feldspath s'y montre, partie en gros cristaux laminaires d'un blanc éclatant, partie en fragments irréguliers d'un blanc mat. Le mica, en lamelles très fines d'un blanc argentin, semble y avoir été déposé par couches superficielles, au lieu

d'avoir été brassé d'une manière homogène avec les autres éléments constitutifs de l'agrégat.»

Anglada signale aussi, dans la même région, des gneiss, des schistes micacés passant au schiste argileux, ceux-ci empâtant des cristaux de feldspath à la façon des porphyres; il nous y montre des calcaires primitifs lamellaires avec belles serpentines, et ces roches donnent des ophiolithes et des ophicalces de Brongniart.

Dufrénoy.

Mémoire pour servir à une description géologique de la France. 1834.

Dans ce Mémoire, nous rencontrons plusieurs traités sur les Pyrénées.

1° Des caractères particuliers du terrain de craie sur la pente méridionale des Pyrénées.

Les Albères espagnoles y sont complètement négligées; l'auteur ne suit le terrain crétacé que de Castel Follit au golfe de Gascogne.

2° Mémoire sur la position géologique des principales mines de fer de la partie orientale des Pyrénées, accompagné de considérations sur l'époque du soulèvement du Canigou.

Tout le versant gauche de la vallée du Tech étant formé par le Canigou et ses contre-forts, nous y notons que la roche qui constitue le Canigou est un granite passant au gneiss, quelquefois au micaschiste, dans lequel le mica est remplacé par du talc vert.

3° Gypse et ophites des Pyrénées.

Dufrénoy nous dit que le gypse de Céret est appliqué immédiatement sur le terrain de transition.

Dufrénoy et Élie de Beaumont.

Carte géologique de la France. 1841.

La carte de Dufrénoy et Élie de Beaumont qui accompagne l'explication de la carte géologique de France place la chaîne des Albères presque en entier dans les terrains cristallisés (vulgairement appelés terrains primitifs).

Ces terrains sont indiqués d'une manière générale sans dis-

tinction d'espèces de roches primitives. Ils forment une immense presqu'île comprenant Prats-de-Mollo, Arles, Bellegarde, Collioure, le Cap de Creus, Roses, le nord de Perelada, Massanet, Saint-Laurent, et se rattachant par un isthme très étroit, auprès de Prats-de-Mollo, au massif du Canigou et de Mont-Louis.

Les plaines de Rivesaltes, de Perpignan, d'Elne et d'Argelès, comme aussi celles de Castellon d'Ampurias et de Perelada sont indiquées comme formées de « dépôts postérieurs aux dernières dislocations du sol ». Ces dépôts modernes reposent au nord de Figuères, comme aux environs de Montesquieu, sur des bancs du pliocène.

Ce pliocène recouvre, sur le territoire espagnol, un vaste dépôt crétacé inférieur qui formerait une bande immense courant au Midi parallèlement à la base méridionale de la chaîne pyrénéenne et sur toute la longueur de la chaîne.

Ce crétacé inférieur n'est signalé sur le versant nord des Pyrénées que par une légère tache aux environs des bains d'Arles (Amélie-les-Bains).

Le crétacé supérieur manque totalement dans les Albères françaises, tandis que sur le versant espagnol il commence à Figuères, pour occuper ensuite toute la contrée dont Castel-Follit et Ripoll sont les centres.

Entre le crétacé inférieur et le granite, on trouve au nord de Saint-Laurent de la Muga un îlot signalé comme un terrain de transition. Cet îlot se retrouve aussi sur le versant nord aux environs du Boulou et de Céret. Le Tech se serait frayé un passage à travers ce terrain, qui forme une bande étroite jusqu'à l'isthme de Prats-de-Mollo. A l'ouest de cet isthme, Ribos, Camprodon et la ligne de faîte sont donnés comme appartenant au terrain de transition.

Pour Dufrénoy et Élie de Beaumont, la majeure partie des Albères et toutes les Albères Orientales appartiennent au terrain granitique ; quelques parties extrêmes des Albères Occidentales sont de l'étage de transition.

Amalio MAESTRE.

Geognosia de Cataluña y de una parte de Aragon.— Annales de Minas, tom. III, 1845.

Dans la partie de son travail consacré à la Catalogne, l'auteur donne d'intéressants détails sur cette presqu'île qui comprend la Selva del Mas, Cadaques et Rosas et qui se termine à l'Est par le Cabo de Creus et au Midi par le Cabo de Norfeo.

Les gneiss régnants dans la contrée passent au micaschiste par la leptynite, et le granite apparaît au Cabo de Creus et au Cabo de Norfeo.

Des calcaires en couches subordonnées aux gneiss et aux micaschistes, et par conséquent aussi anciens qu'eux, courent dans cette région. Ces mêmes calcaires se présentent aussi en bancs plus indépendants et dont l'âge ne peut être aussi bien fixé que celui des précédents ; au Cabo de Norfeo, ils sont très cristallins, sans traces de fossiles, et doivent probablement leur degré de cristallinité à l'influence des roches ignées ; très peu stratifiés, ils passent facilement à une dolomie ; ils doivent sans doute rentrer dans le système Cambrien.

Notons en passant qu'ils donnent un marbre aussi beau que le Carrare.

On rencontre après ces roches, et par ordre de superposition, des schistes argileux et des grauwackes qui forment à peu près les deux tiers de la masse des Pyrénées dans ces régions ; ils y sont généralement gris, avec des veines spathiques. Les couches voisines des grauwackes, très variables d'épaisseur, donnent de fort beaux marbres. Le Cabo de Creus est constitué en grande partie par ces roches associées à des quartzites, subordonnées aux schistes argileux.

DE VERNEUIL et COLLOMB.

Coup d'œil sur la constitution de quelques provinces de l'Espagne. (Bulletin de la Société géologique de France, 2e sér., tom. X. 1852.)

Nous trouvons dans ce Mémoire, qui est une œuvre consi-

dérable, un résumé bibliographique des auteurs qui ont écrit sur l'Espagne jusqu'à cette époque.

A l'article silurien inférieur, les auteurs nous apprennent que sur le revers méridional des Pyrénées, en compagnie de M. de Lorière, ils ont découvert les schistes à graptolites à Rocabruna, près de Camprodon, à peu de distance de la route de Prats-de-Mollo.

Ils signalent en quelques mots l'existence de calcaires saccharoïdes au milieu des gneiss, calcaires analogues à ceux que Murchison a reconnus dans le nord-ouest de l'Irlande, où il les considère comme la preuve de l'énergie de l'action métamorphique.

A l'article trias, ils donnent au trias espagnol normal les dispositions suivantes :

1° Grès inférieur de couleur rouge, formé essentiellement d'éléments quartzifères, suivis d'assises en bancs assez minces d'un grès à grains quartzeux fin, de couleur rouge, avec paillettes de mica couché à plat.

2° Un membre équivalent au muschelkalk, parce qu'il n'est pas un véritable calcaire coquillier ; ce sont en effet des marnes calcaires presque toujours dolomitiques et à peu près partout sans fossiles.

Ces calcaires sont ordinairement jaunâtres ou gris, durs, un peu caverneux, tantôt en stratification un peu épaisse, tantôt dépourvus de stratification apparente et se relevant alors en masse verticale d'une manière brusque.

3° Des marnes, des argiles et des gypses, des mines de sel et des sources salées ; présence constante de quartz bipyramidé, et le tout surmonté quelquefois par des dolomies.

NOBLEMAIRE.

Étude sur les richesses minérales du district de la Seo d'Urgel (Catalogne). (Annales des Mines, 5e sér., tom. XIV. 1858.)

Noblemaire se reporte sur les régions qui font l'objet de ce Mémoire.

Il décrit les environs de la Manère, Villerouge, Coustouges et Amélie. L'auteur, dans ce travail, n'oublions pas de le dire, considère le grès rouge du trias comme un membre du crétacé inférieur.

Il trouve en avant de la Manère, aux tours de Cabrenz, un granite composé de grands cristaux de feldspath blanc et rose, avec quartz blanc et translucide et mica blanc, et au village même de la Manère, tous les passages de ce granite à la protogyne et à la serpentine, ce granite supportant directement la puissante formation de grès rouge de ces contrées.

Au milieu de ces grès, dans le voisinage du col de la Muga, il reconnaît deux bancs calcaires: l'un, inférieur, veiné de blanc, très dur ; l'autre, jaunâtre, moins compact. Les grès s'enfoncent sous une puissante formation de calcaire blanc.

Décrivant ensuite la contrée de la Manère à Villerouge, il trouve au-dessus du calcaire déjà nommé un étage assez épais de calcaire gris marneux qui se délite en plaquettes.

Arrivant à Coustouges, il reprend la description d'une contrée qui a déjà été, en 1746 et en 1754, l'objet des observations indiquées antérieurement, de Pierre Barrère et du Père J. Torrubia.

L'auteur y distingue les grès rouges. puis il voit au-dessus des grès jaunâtres et grisâtres, légèrement micacés et pétris de coquilles noirâtres, valves supérieures d'huîtres, et au milieu de ces grès se trouve, à la métairie de Rieumajou, une couche calcaire pétrie de *cyclolites elliptica*.

Nous avons vu que Marcel de Serres a, lui aussi, signalé cet accident géologique en 1829.

Noblemaire passe ensuite à la description des grès rouges d'Amélie-les-Bains (grès rouges identiques à tous ceux étudiés).

Il termine en reconnaissant au-dessus des calcaires une formation de grès marneux d'un jaune sale, tout à fait analogue à ceux qu'on trouve à Coustouges, près de la métairie de Rieumajou, et où abondent aussi les *Cyclolites elliptica*.

Il signale enfin, au-dessus de ces grès jaunâtres, les marnes jaunes, verdâtres, gypseuses dans lesquelles sont ouvertes les nombreuses carrières de gypse de la contrée.

Dans son résumé, Noblemaire nous dit que la base de grès rouge de cette partie des Pyrénées consiste en grès rouges à fragments de quartz et ciment calcaire dont les couches n'ont jamais été affectées par leur contact avec le granite.

D'Archiac.

Les Corbières. — Études géologiques d'une partie des départements de l'Aude et des Pyrénées-Orientales. (Mémoires de la *Société géologique de France*, 2e série, tom. VI, 2e partie. 1859.)

A la suite de cet important Mémoire, d'Archiac nous donne un appendice intitulé : *Colline crétacée des bains d'Arles* (Pyrénées-Orientales), avec planche.

L'auteur y reconnaît dix étages, dont sept sont considérés par lui comme crétacés : ils plongent de 45 degrés au N.-E.

La dixième assise est intitulée : *Grès et poudingues ferrugineux à noyaux de quartz blanc, occupant la crête de la montagne et recouverts de bruyères.*

L'auteur continue : «Lorsqu'on descend son versant oriental, on trouve les grès de l'assise supérieure alternant avec des calcaires gris-noirâtres, schistoïdes, noduleux, qui renferment de grandes espèces d'astrées et des lithodendrons, puis des bancs pétris de rudistes.

» Par suite de leur prolongement au N.-E., on marche presque toujours sur ces assises jusqu'au fond du vallon.

» La montagne que l'on voit au delà paraît être composée de couches crétacées plus basses, peut-être néocomiennes, mais plongeant au S.-E.

» Vers l'extrémité nord, que contourne la route, en face du village de Palalda, on trouve des marnes et des argiles feuilletées se divisant en petits fragments, des grès calcarifères brunâtres avec des fragments d'ostracées, probablement d'*Exogira sinuata.* »

Cet appendice sur la colline crétacée des bains d'Arles est accompagné des coupes de la colline de Beausset (Var) et de celle des environs des Martigues (Bouches-du-Rhône).

D'Archiac, passant ensuite à la comparaison de ces coupes avec celles des Corbières, déclare qu'à part le grand niveau de rudistes, la coupe de la colline d'Arles « ne lui a rien offert qui puisse être mis en parallèle ».

Cette conclusion aura pour nous une grande importance.

M. Noguès.

Notice sur les Pyrénées. (Extrait de l'*Histoire naturelle du département des Pyrénées-Orientales*, par le Dr Louis Companyo. 1861.)

Dans cette notice, M. Noguès nous dit:

« La série secondaire manque complètement dans les Albères : on n'y a point observé jusqu'ici aucun membre des terrains triasiques, jurassiques ou crétacés.

» Les terrains tertiaires les plus récents s'appuient sur les premières rampes de la chaîne dans la vallée du Tech, mais tous les étages tertiaires inférieurs à ces dépôts subapennins manquent aussi complètement dans nos vallées du Roussillon. Les terrains de transition ou paléozoïques les plus anciens et les roches azoïques forment les dépôts stratifiés qui se montrent sur les flancs des Albères ; ce sont des gneiss, des micaschistes, schistes ou phyllades et calcaires cristallins. »

L'auteur donne ensuite la description d'une coupe par la rivière de la Roque et quelques mots sur la vallée de Sorède, où l'on rencontre, « près du pont de Foyes, une couche peu épaisse d'un calcaire cristallin métamorphisé. Cette couche calcaire, que nous n'avons pas trouvée en place à la Roque, où elle est cachée sans doute par des dépôts de détritus, s'est déposée dans quelque dépression ou quelques poches des roches qui lui sont inférieures, schistes ou micaschistes et gneiss. C'est probablement la couche calcaire qui se montre à Prats-de-Mollo, Céret, et qui forme une bande presque continue dans toute la partie septentrionale de la chaîne des Albères ».

Vient ensuite une dissertation sur les minerais de plâtre de Céret, Amélie, Coustouges, où le terrain crétacé supérieur est bien caractérisé par la présence du *Cyclolites elliptica.*

L'auteur rappelle que d'Archiac a donné la coupe complète de la colline crétacée d'Amélie-les-Bains.

Il place la carrière de gypse de Palalda et celle de Montalba dans les marnes crétacées.

Il termine en disant que les grès rouges triasiques ou houillers font aussi une pointe dans la vallée du Tech.

M. Noguès.

Note sur la géologie et la minéralogie des Albères. (Bulletin de la Société géologique de France, tom. XIX, 2e série. 1861.)

Cette Note est à peu près la reproduction identique de la Note donnée la même année à M. Louis Compayo et publiée dans son Histoire naturelle des Pyrénées-Orientales.

Ce travail est terminé par une dissertation sur « l'âge du chaînon des Albères».

L'auteur tend à prouver « que le relief actuel du chaînon des Albères a été produit par la dislocation qui a soulevé et dérangé les couches marines de l'ancien pliocène à la base des Pyrénées Orientales et au pied des Apennins », c'est-à-dire au surgissement de la chaîne des Alpes.

M. Noguès.

Lettre à M. d'Archiac. (Bulletin de la Société géologique de France, tom. XIX, 2e série. 1861.)

M. Noguès donne quelques détails sur les environs d'Amélie-les-Bains.

Il range les grès rouges d'Amélie, du pont de Palalda et de Coustouges, décrits par Noblemaire en 1858, dans le trias, et donne quelques détails complémentaires sur les environs de Coustouges et la vallée de Saint-Laurent.

Il croit avoir rencontré :

1° La craie supérieure (à hippurites, à *Cyclolites elliptica*);

2° La craie inférieure (néocomien ou gault) ;

3° Le lias ?

4° Le trias.

Cette lettre est accompagnée d'une coupe de la colline de Lafage, localité à 2 kilom. au midi de Saint-Laurent de Cerdans.

M. Noguès.

De la géologie stratigraphique et minéralogique des sédiments inférieurs et des terrains cristallins des Pyrénées-Orientales. (Bulletin de la Société d'Agriculture, d'Histoire naturelle de Lyon. 1862.)

Ce Mémoire, lu à la Société d'Agriculture de Lyon, est considérable ; l'auteur y a étudié les roches cristallines des montagnes qui forment les parties élevées des vallées du Tech et de la Tet. Il y a étudié les roches sédimentaires de transition, ainsi que leurs relations. Enfin il signale quelques faits se rapportant au trias et à ce qu'il croit devoir admettre comme terrain jurassique.

Les principales conclusions de ce travail sont les suivantes :

Les roches éruptives des vallées du Tech et de la Tet ont fait leur apparition à des époques différentes, éloignées les unes des autres.

Le granite des vallées roussillonnaises a métamorphisé les schistes de transition, mais le granite n'a pas altéré le grès rouge du trias qui s'est déposé postérieurement à son éjection, conclusion déjà donnée en 1858 par Noblemaire.

Le porphyre quartzifère blanc d'Amélie-les-Bains a fait son éruption après que le grès rouge s'était consolidé.

Les eaux thermales minérales des Pyrénées-Orientales sont en relation avec les fentes et les crevasses produites dans le sol par l'éjaculation des roches ignées.

Leymerie.

Notice géologique sur Amélie-les-Bains, vallée du Tech (Pyrénées-Orientales). (Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux, tom. XXIII, 3e série, tom. XII. 1862.)

Cette notice comprend l'étude d'Amélie-les-Bains ainsi que

celle des environs de la station thermale : l'auteur commence par faire connaître la roche d'où sortent les eaux qui ont fait la réputation de la localité.

Cette roche est un porphyre quartzifère ou elvan, à pâte cristalline de feldspath blanc au sein de laquelle se développent des cristaux imparfaits de ce minéral, qui est accompagné de nombreux grains vitreux de quartz et de paillettes de mica vert passant à la chlorite ; la roche est de couleur blanche et d'aspect cristallin : elle se rencontre au milieu de bancs de gneiss. La venue de ce porphyre quartzifère ou elvan aurait produit l'arrivée des eaux thermales.

Leymerie a constaté la présence de schistes renfermant des calcaires schisteux dans le voisinage de Montbolo.

Les crêtes et versants des deux côtés de la vallée sont ainsi très différents : à droite, principalement des roches gneissiques ; à gauche, des roches schisteuses et des calcaires marmoréens non fossilifères qui dépendent du groupe de transition.

Entre les deux systèmes se trouve intercalée, immédiatement en aval d'Amélie, une petite formation secondaire, en partie crétacée ; cette formation comprend :

1° Des grès rouges qui se montrent sous le pont de Palalda ;

2° Deux assises calcaires séparées par un groupe de couches marneuses qui correspondent à une dépression.

Puis, montant sur le promontoire, au Griff, des assises de schistes marneux associées à des calcaires cariés et à des couches passant au grès ; vient ensuite un poudingue, suivi de couches à *Astrea formosa* et *Cyclolites elliptica* ; dans les couches supérieures se rencontrent la *Terebratula difformis* et des huîtres indéterminées.

« Au delà du ravin, on retrouve des couches de la même formation, et à une très petite distance on exploite du gypse dans une couche terreuse, décomposée, appartenant sans doute à ce système qui semble buter là contre le terrain de transition. »

Dans cet ensemble, Leymerie voit le trias, puis peut-être le lias (un calcaire noirâtre en bancs plus ou moins épais), et dans

l'étage supérieur aux grès du Griff, l'étage à hippurites et à *Micraster gibbus* des bains de Rennes.

L'auteur entre ensuite dans certains détails au sujet des gisements de gypse dans la contrée.

Un premier gisement se montre à gauche, en face du village, côté gauche du Tech, en un point élevé où la colline avancée se soude à la colline de Montbolo. Ce gypse se rencontre dans des schistes calcarifères gris ou légèrement verdâtres, flanqués de calcaire marneux en plaquettes.

Pour Leymerie, ce gisement paraît correspondre à l'assise marneuse qui, dans le promontoire de la route, sépare les deux massifs calcaires. On trouve un gîte du même genre un peu en amont de Palalda.

A trois kilomètres d'Amélie, à droite, se présente un autre banc de gypse, à l'extrémité de la formation crétacée. « Ce gisement appartiendrait peut-être au système crétacé dans lequel nous avons trouvé de l'autre côté du ravin la *Terebralula difformis.* »

Après avoir décrit le site de Reynes, Leymerie nous montre le gypse de cette localité, compris entre deux systèmes de roches solides, des calcaires : celui du Midi, prenant des nuances verdâtres et lie de vin. Il avoue son embarras pour donner une place à ce dépôt ; mais ayant constaté que les plâtrières de Céret sont ouvertes dans une assise de calcaire marneux fissile enclavé dans un terrain de transition bien caractérisé, il place le gypse de Reynes dans un même terrain et le rapporterait à l'étage supérieur ou dévonien.

Il résulterait de ces faits que « le gypse exploité au bas de la vallée du Tech ou dans le voisinage à partir d'Amélie se trouve à la fois, et avec les mêmes caractères, à des niveaux très différents ».

Dans le terrain de transition à Reynes, à Céret ; dans le terrain secondaire, probablement jurassique, peut-être à deux niveaux, Montbolo, Palalda, plâtrière du ravin.

On ne peut donc pas considérer cette matière comme ayant une place fixe dans l'échelle géognostique.

Leymerie termine par cette pensée : Le gypse serait une matière produite après coup par des effluves thermales et sulfureuses.

Quant à l'époque à laquelle il convient de rapporter cette formation du gypse, il serait difficile de la fixer précisément; mais il semble évident qu'elle doit être regardée comme postérieure à celle qui a vu se déposer la craie inférieure.

M. Noguès.

Note sur les sédiments inférieurs et les terrains cristallins des Pyrénées-Orientales. (Bulletin de la Société géologique de France, tom. XX, 2e série. 1863.)

M. Noguès étudie les roches sédimentaires de transition normale ou modifiés ; il cherche ensuite à déterminer l'époque relative de l'éjection de quelques-unes de ces roches.

Dans ce travail, l'auteur étudie les deux vallées principales des Pyrénées-Orientales : celle du Tech et celle de la Tet. Nous ne parlerons ici que de ce qui a rapport à la vallée du Tech.

M. Noguès commence par donner l'allure générale du terrain granitique, et il ne fait en cela que reproduire la carte d'Élie de Beaumont et de Dufrénoy.

Il donne ensuite des détails sur la position de Céret. Le lit rocheux du Tech serait constitué, dans cette localité, par des schistes siluriens, métamorphisés en grand, très durs et passant à des roches pétries de quartz ou de feldspath ayant l'apparence de grauwackes grossières.

Ces schistes constituent tout le fond de la vallée et le penchant jusqu'au niveau des carrières des Capucins. La roche de ces carrières est un calcaire blanchâtre ou gris bleuâtre avec poches de gypse à stratification discordante avec les schistes. M. Noguès considère ces calcaires comme dévoniens. Une coupe au niveau de Céret accompagne cette partie du travail.

L'auteur a reconnu l'existence du grès rouge à Amélie et place les plâtrières de Melciou dans une réapparition de ce terrain.

Il donne ensuite l'important passage qui suit :

« Tous les calcaires de transition que l'on trouve dans les vallées du Tech et de la Tet n'appartiennent pas à l'étage supérieur du groupe primaire du pays.

» Avant la formation du calcaire dévonien, il s'en était déjà produit des couches accidentelles alternant avec les schistes siluriens. Ces calcaires, profondément métamorphisés comme les schistes, prennent en général une structure schisteuse, comme on peut s'en convaincre par les couches intercalées dans le schiste des environs de Saint-Sauveur, près de Prats-de-Mollo, non loin de Pla del Mener, au sommet de la vallée de Montalba et dans la vallée de la Tet entre Olette et les Graus. »

M. Noguès passe ensuite à l'étude des roches d'où sourdent les eaux thermales d'Amélie-les-Bains, et son travail porte principalement sur un porphyre blanc ou elvan.

La fente profonde par laquelle s'écoulent les eaux du Mondony, l'arrivée au jour des eaux sulfureuses, seraient la conséquence de l'éruption de ce porphyre quartzifère, qui aurait brisé les couches minérales qui s'opposaient à son éjection.

Ce porphyre quartzifère blanc aurait fait son éruption à une époque géologique antérieure à la craie; il se serait injecté à travers les couches siluriennes et les grès rouges du trias et aurait modifié les calcaires jurassiques existants.

M. Noguès donne ensuite quelques détails sur le granite du vallon de Saint-Laurent de Cerdans, granite qu'il considère comme éruptif et antérieur au trias.

Dans cette même vallée, les schistes nacrés et argileux auraient éprouvé, sous l'action du granite, une modification profonde; ils auraient été transformés en mélaphyres à pâte d'un vert très foncé, éminemment feldspathique.

De Verneuil et Collomb.

Carte géologique d'Espagne et de Portugal, 1868. (La carte géologique de De Verneuil et Collomb a eu deux éditions : une première en 1864, et une seconde, beaucoup plus complète, en 1868.)

en même temps à une si faible échelle, ne peut donner que des points de repère pour les grandes lignes.

Nous remarquons cependant que les territoires compris entre Argelès-sur-Mer, Collioure, Rosas, sont indiqués comme terrain granitique.

Pérelada, Castelnau-de-Ampurias, sont dans le terrain diluvien.

Tout le pays qui entoure Figueras est placé dans le tertiaire marin, ainsi qu'Amélie-les-Bains; Figueras serait sur le jurassique dans un îlot; près de Beuda et de Tortel se trouvait un îlot identique.

Tout le pays de la Muga, le midi de Bajit, San Felice, sont dans les grès et les poudingues nummulitiques; Oliveda est dans le crétacé.

Felice Bauza.

Breve reseña geologica de la provincia de Gerona. (Boletin de la Comision del Mapa geologico de España, tom. I, 1874.)

Dans ce travail, qui est avant tout une étude minéralogique d'une contrée étudiée au point de vue de la recherche des richesses minières, le savant Espagnol a porté son attention, dans le voisinage du Col de Sizern, sur les roches que nous nous proposons d'étudier aux bains de la Preste.

Il y trouve des calcaires qu'il place dans les roches paléozoïques inférieures; dans ce territoire, qui appartient à Espinabell, il a vu, au voisinage immédiat de ces calcaires et de conglomérats quartzeux et calcaires, des granites traversés par des filons de sulfure de zinc, avec molybdène sulfuré et bismuth argentifère, le tout associé à une roche grenatifère.

Il présente le système silurien comme s'appuyant en général sur les granites, et cela, toujours en une forte inclinaison vers le Sud; il le rencontre à Rosas, Palau, Espollo, Fonfreda, Porrera, Camprodon, Surroca, Bruguera...

Dans ces schistes siluriens, à San Miguel de Cubra, il signale de nombreux filons de quartz qui possèdent des pyrites et de l'or

natif, mais en quantité si infime que les travaux de recherches ont toujours donné des résultats infructueux.

Le système carbonifère, développé au sud de Ribos, vient mourir aux environs de Rocapruna.

Le système du trias est représenté par une bande qui s'étend de Rocapruna par Camprodon, Caballera, Surroca, Ogassa, Bruguera et Campellas jusqu'à Nuestra-Senora de Montgrony ; il est en stratification concordante avec la formation houillère et s'appuie sur le silurien, en plongeant toujours au Sud.

A Figueras, on trouve un petit îlot jurassique, déjà signalé par de Verneuil et Collomb dans leur carte géologique d'Espagne et de Portugal : c'est sur cet îlot jurassique que repose le château de San Fernando ; il est entouré par le groupe nummulitique qui constitue la partie centrale de la province ; les roches jurassiques présentent des térébratules, parmi lesquelles l'auteur a reconnu les *Terebratula punctata* et *Jauberti*, des bélemnites et des ammonites mal conservées.

Le système crétacé présenterait aussi une faible étendue : il consisterait en couches de marnes et de calcaire marneux d'une grande épaisseur, au-dessous desquels régneraient des calcaires gréseux, des calcaires à nœuds de quartz, des sables calcaires plus ou moins compacts, tous inclinés vers le Sud, tous appuyés sur le silurien, et tous recouverts par le groupe nummulitique et le terrain tertiaire qui, à partir de San Lorenzo de la Muga, comme aussi au mont Torruella, dans l'Ampurdan, prennent une grande importance.

Trutat.

Dépôts glaciaires de la vallée inférieure du Tech. (Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse, 1875. — (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, pag. 1108. 1875.)

M. Trutat veut démontrer qu'il existe, dans cette région des Pyrénées, deux périodes glaciaires.

Par l'étude d'une coupe relevée en face du moulin de Roué et plus encore par une coupe faite au Boulou, coupe dont la pho-

tographie accompagne la note, l'auteur, après avoir reconnu que le pliocène a été soulevé lors de l'émergement de cette partie du massif pyrénéen, nous montre qu'un banc glaciaire de coloration généralement blanchâtre a subi le mouvement opéré par le terrain pliocène.

Il montre aussi qu'un banc glaciaire de couleur rouge, à caractères particuliers, parfaitement horizontal, repose en stratification discordante sur le premier.

LEYMERIE.

Observations sur une note de M TRUTAT, *relative à un dépôt pliocène des Pyrénées-Orientales.* (Comptes rendus de l'Académie des Sciences, page 1246. 1875.)

M. Leymerie, tout en acceptant les faits décrits par M. Trutat, leur donne une interprétation différente.

Je ne vois pas de période glaciaire et ne vois dans la couche supérieure qu'un accident diluvien, la couche inférieure étant un simple conglomérat en date de l'époque pliocène.

M. L.-M. VIDAL.

Nota acerca del systema cretaceo de los Pyreneos de Cataluña. (Boletin de la Comision del Mapa geologico de España, tom. IV, 1877.)

Travail d'une très grande importance, le Mémoire de M. Vidal traite spécialement d'une contrée de la Catalogne hérissée de difficultés locales, par l'âpreté des lieux et, avant tout, par suite du faciès spécial géologique des roches.

Le crétacé étudié se trouve avoir à peu près pour centre le petit village de Carbonills et s'étend sur les territoires des Horts et de Pincaro : il comprend spécialement les points connus sous les noms de Casa Trilla, Bach del Vall, Casa Requill, Bertran, la Figa et la Paradella.

Le crétacé y serait représenté par des assises d'un caractère tout particulier.

M. Vidal y trouverait :

1° Un sénonien, qu'il divise en sénonien supérieur et en sénonien inférieur.

Le supérieur a deux faciès : un faciès marin ; on le rencontre sur le versant nord de la montagne de Santa Magdalena, mais il est privé de fossiles déterminables, et l'auteur ne peut l'assimiler au sénonien que par suite de ses caractères stratigraphiques et minéralogiques.

Le faciès lacustre se présente à la Trilla ; c'est un dépôt mixte fluvio-marin et ses lignites devront être assimilés à ceux du Beausset.

Dans le voisinage de la Trilla se rencontrent des grès et des marnes sableuses : la formation serait exclusivement marine et formerait le second membre du sénonien inférieur.

Ce sénonien ne présente que des marnes et des grès.

2° Un turonien, aussi divisé en turonien supérieur et turonien inférieur.

Le turonien supérieur présente des grès, des calcaires et des marnes ; il se distingue par une grande abondance de rudistes. Dans le voisinage de Roquill, comme aussi dans le voisinage de Paradella, existent des couches de lignites qui montrent les fossiles d'Uchaux et de Mornas.

Le turonien inférieur, visible sur le chemin de Trilla à Masanet, serait privé de rudistes.

3° L'auteur présente enfin avec doute un cénomanien supérieur caractérisé par des cyprines : il aurait aussi ses lignites, les couches de Pla den Lleona et celles de Molino de Fabregas.

Federico De Botella y de Hornos.

Mapa geologico de España. Madrid, 1879.

Dressée longues années après la carte de De Verneuil et Collomb, l'œuvre de M. De Botella offre naturellement plus de précision dans les détails : l'assiette géographique a été prise sur Coello, mais encore à une faible échelle.

Nous y rencontrons les faits suivants :

Toute la contrée comprise entre Port-Vendres et le Cabo Cervero est indiquée comme appartenant au gneiss, granulite, quart-

zite, calcaire cristallin : ces mêmes terrains se retrouvent auprès de la Junquerra et forment une pointe vers Costabonne et Camprodon.

Du Cabo Cervero à Rosas régnerait le terrain cambrien, ainsi qu'à Céret, à l'exception de quelques massifs granitiques, à Cadaques, à Rosas et dans la partie comprise entre Llansa et Perelada.

On verrait le silurien supérieur au voisinage du granite à la Junquerra et à Trems.

A Camprodon se montrerait une grande formation dévonienne et Amélie reposerait adossée au trias.

Une petite formation jurassique est indiquée à l'est-nord de Figueras, et dans le voisinage on trouverait le turonien et le cénomanien.

L'Ampurdan est placé dans l'éocène marin et le golfe de Rosas dans le terrain d'alluvion.

M. Carez.

Étude des terrains crétacés et tertiaires du nord de l'Espagne. Paris, 1881.

Au début de cette étude, qui porte la lumière sur tant de points inconnus de l'Espagne, M. Carez donne quelques rapides renseignements sur les schistes cristallins et sur les terrains antérieurs au crétacé ; mais ses observations ne se rapportent en rien à la province de Gérone.

Dans son étude du crétacé, à l'article du Sénonien, il semble ne pas partager l'opinion de M. Vidal, qui admettait un sénonien sans fossiles.

En traitant du tertiaire éocène, l'auteur fait une part à la contrée de San Lorenzo de la Muga et à celle d'Albana et de Tortilla.

Comme M. Vidal, il a abordé le massif de San Lorenzo par Llers et a rencontré en abondance le *Nummulites spira* de Roissy ; comme le même auteur, il reste dans le doute en présence des calcaires schisteux sans fossiles qui précèdent San Lorenzo.

Dans l'étude du miocène, il insiste sur les marnes de Ciurana,

au midi de Figueras, et dans son article sur le quaternaire il traite des dépôts de cailloux roulés que l'on rencontre entre Figueras, Gerona et la mer.

M. J.-Léon Soubeiran.

Les Pyrénées-Orientales et leur hydrologie. 1881.

Dans ce travail, qui est accompagné d'une carte hydrologique des Pyrénées-Orientales, notre Confrère nous dit que les eaux de la Preste (+ 37° à + 44°,60) « sortent d'un granite gris très chargé de feldspath blanc, peu abondant en mica blanc argentin et très quartzeux au voisinage de gneiss et de schistes micacés ».

M. Soubeiran dépeint aussi en quelques lignes et d'une manière très exacte l'émergence des sources d'Amélie-les-Bains.

M. L.-M. Vidal.

Edad de las capas de Bulimus gerundensis. Barcelona, 1883.

M. Vidal a reconnu l'existence de marnes à *Bulimus gerundensis* en plusieurs points de la province de Gérone [1], et entre autres dans la sierra de Santa Magdalena, sur le sentier qui va de Terridas à l'ermitage de la Salud, et plus à l'Ouest, sur le versant droit du ruisseau près du sentier qui va d'Albania à Basagoda.

L'auteur donne à ce terrain la composition suivante en commençant par le bas :

Marnes vineuses passant à un rouge intense.

Sables quartzeux.

Poudingues à éléments variés cimentés par une marne rouge avec quelques bancs calcaires.

Il signale une grande inconstance dans les caractères pétrographiques, les roches sableuses sont les dominantes ; les mar-

[1] Les *Bulimus gerundensis* n'ont été rencontrés qu'auprès de Gérone, au pied de la colline du Castillo de Montjuich et plus au midi aux environs de San Miguel del Fay et de Riells ; les couches de Terridas et d'Albana ne sont données comme couches à Bulimus que par assimilation, par suite de comparaison de composition du sol.

nes manquent quelquefois et les bancs calcaires sont de faible épaisseur ; les poudingues accompagnent toujours les sables.

M. Vidal voit dans cet ensemble un faciès de la série garumnienne.

La *Cyrena garumnica* est la caractéristique du garumnien de la Haute-Garonne, la *Cyrena laletana*, celle des Pyrénées, de la haute Catalogne, le *Bulimus gerundensis* [1] serait la caractéristique des dépôts garumniens de la Basse-Catalogne.

Rappelons ici que ces mêmes dépôts, « les couches rouges dites garumniennes », sont considérés par M. Carez comme appartenant à l'éocène inférieur [2], et pour ce géologue les couches de calcaire à *Bulimus gerundensis* n'auraient point d'analogue dans la France méridionale.

---

[1] Le *Cyrena laletana* est dessiné et décrit dans l'ouvrage intitulé : *Datos para el conocimiento del Terreno Garumnense de Cataluna.* D. L. M. Vidal. Barcelona, 1874.»

Un résumé du Garumnien du nord de l'Espagne se trouve aussi dans le travail intitulé : *Geologia de la Provincia de Lerida.* D. L. M. Vidal. Madrid, 1875.

[2] *Loc. cit.*, pag. 18.

REVUE SCIENTIFIQUE.

Zoologie.

Recherches sur le Système nerveux des Poissons ; par Baudelot[1].

La question du Système nerveux des Poissons avait attiré l'attention de nombreux anatomistes. Depuis les recherches de Th. Willis, qui, vers la fin de l'avant-dernier siècle, donna les premières indications sur l'encéphale de cette classe de Vertébrés, jusqu'à l'ouvrage de Baudelot[2] traitant du même sujet, la bibliographie était des plus nombreuses. Toutefois la matière, surtout pour les homologies, restait encore tellement confuse que l'Académie des Sciences crut devoir appeler l'attention sur cette question et la choisit pour la mettre au concours en 1859. Aucun travail n'ayant paru à la Commission mériter d'être couronné, le sujet proposé fut renvoyée deux fois successivement ; ce n'est qu'au concours de 1865 que fut présenté le livre dont nous entreprenons l'analyse et qui fut couronné du succès le plus complet[3].

Des recherches expérimentales sur de nombreuses espèces de Poissons avaient convaincu notre regretté collaborateur qu'il y avait peu de lumières à attendre des rapports des diverses parties entre elles. Déjà il avait publié sur cette Classe des Mémoires marqués de ce cachet d'habileté qui ressort de toutes ses œuvres. Dans l'un deux, en anatomiste consommé, il avait mis en évidence une particularité de la Perche et du Brochet, relative à chacune des extrémités du faisceau postérieur de la commissure de Haller. Poursuivant dans un autre Mémoire le trajet de la branche operculaire sur divers Cyprins, il était arrivé à démontrer que ce filet nerveux est constitué par des fibres partant de deux et trois sources différentes. La branche moyenne avait été aussi suivie dans son parcours avec un soin minutieux. A Baudelot revint le mérite d'avoir constaté dans cette dernière une zone de cellules dont l'existence est aujourd'hui un fait acquis, et d'avoir rectifié une erreur de Cuvier touchant la disposition du nerf latéral de la Perche.

---

[1] Paris, Masson, 1883.

[2] Un immense deuil de famille nous a empêché de rendre compte du livre de Baudelot dans la précédente livraison.

[3] Le nom des concurrents, Mayer et Hollard, rehausse le mérite de l'ouvrage de Baudelot.

Après un aperçu général sur le cerveau et son enveloppe, le livre dont nous allons présenter le compte rendu commence par la description de la moelle allongée et précise ce terme vague chez les Poissons par l'absence des faisceaux des pyramides et de la protubérance annulaire, et recherche l'origine des nerfs qui en partent. Parmi ces origines, nous mentionnerons celles du glosso-pharyngien et des trijumeaux, point nouveau pour la science ; nous appellerons aussi l'attention sur la description des rapports du cervelet avec les nerfs de la dixième paire. Trois types différents ont servi à l'auteur à accomplir cette étude chez les Poissons osseux, le Brochet, le Congre et le Barbeau [1], chez lesquels la moelle allongée diffère complètement de forme. C'est dans cette dernière espèce, de la famille des Cyprins, que se remarque ce tubercule exceptionnel, encadré par un rebord saillant formé par les lobes du pneumogastrique, offrant un développement très considérable chez les Poissons cartilagineux. Cet examen est fait sur différents Squales, sur des Raies et sur l'Esturgeon.

Une particularité qu'il importe de noter est la parfaite similitude de la moelle allongée dans les Poissons et dans certains Batraciens.

D'intéressants détails sont donnés sur le cervelet, qui diffère considérablement de forme et de volume chez les Poissons osseux et cartilagineux. La même différence s'étend aussi aux rapports que présente cet organe avec la moelle allongée. Mais, quelle que soit sa forme, le cervelet est loin d'avoir, dans cette Classe, la même influence sur les mouvements volontaires que chez les Mammifères. Dans sa structure, on reconnaît aisément la substance grise et la substance blanche.

Les lobes optiques sont aussi variables que le cervelet ; leur forme est ovalaire, quelquefois un peu quadrilatère ; leur volume paraît en proportion de celui des yeux. Trois couches composent ces lobes, qui sont bien l'organe de la vision. En outre, on constate une grande largeur dans la commissure de la voûte optique.

L'éminence lobée est, au même point de vue que les lobes optiques, une des portions du cerveau les plus variables. Il serait difficile de donner une idée exacte de cet organe par une description générale ; aussi Baudelot choisit-il quelques exemples pour se rendre un compte détaillé de cette portion de l'encéphale. Chez le Lotte, l'éminence lobée se présente sous la forme d'un petit renflement bilobé placé au fond des lobes optiques; chez la Gémille, la Perche et le Brochet, son développement est le plus considérable. Ses fonctions sont encore inconnues ; ses

---

[1] On nous permettra de dire que mon père avait fait déjà une étude très approfondie du système nerveux de ce dernier genre ; nous possédons aussi dans ses papiers un dessin très minutieux et très bien fait du cerveau de la carpe.

rapports avec la quatrième paire sont l'objet d'un travail approfondi[1].

Deux courtes colonnes médullaires, les pédoncules cérébraux, relient les lobes optiques aux hémisphères ; sur le bord supérieur de ces pédoncules existent les tubercules intermédiaires, réunis entre eux par la commissure grêle. La forme et les rapports de ces pédoncules diffèrent chez les Poissons osseux et chez les Poissons cartilagineux.

Entre les lobes optiques et les hémisphères, dans les premiers de ces Poissons, est située la glande pinéale. Elle manque chez certains Poissons cartilagineux ; ses rapports sont difficiles à établir, son tissu se compose d'une enveloppe cellulaire dans laquelle on rencontre quatre éléments.

Les lobes cérébraux, ou hémisphères, sont toujours doubles chez les Poissons osseux ; leur volume et leur forme sont soumis à des variations avec les espèces. Leur tissu est formé d'une masse de substance grise au sein de laquelle pénètrent des faisceaux de fibres blanches provenant des pédoncules cérébraux. Des coupes ont permis à l'habile observateur de suivre ces faisceaux jusqu'au milieu de la substance grise, où ils se perdent. Les hémisphères sont réunis par la commissure interlobulaire. Chez les Poissons cartilagineux, ils sont constitués par un renflement unique.

Les tubercules olfactifs sont au nombre deux ; dans certaines espèces, ils se dédoublent.

Entre les lobes inférieurs, séparés en deux renflements volumineux, est placé le *trigonum fissum*.

Quelquefois, ils se partagent en deux segments ; le fait constaté par plusieurs anatomistes était resté sans explication. Baudelot a reconnu que cette disposition est le résultat du passage du nerf de la troisième paire. Des figures d'une netteté parfaite mettent ce résulat hors de doute. Les lobes inférieurs des Poissons cartilagineux sont, en général, moins développés que ceux des Poissons osseux et offrent une tendance à se confondre sur la ligne médiane. L'incertitude existe sur leur rôle dans l'organisation encéphalique.

L'auteur, après avoir fait connaître un petit centre nerveux, qui se trouve chez l'Épinoche, en rapport avec le faisceau postérieur de la commissure de Haller, passe à l'examen de l'hypophyse.

La plus grande ressemblance existe entre cet organe chez les Poissons et chez les Vertébrés supérieurs. Chez les Poissons osseux, il est situé dans une petite cavité de la base du crâne comparable à la selle turcique des Mammifères. Diversement composée suivant les groupes, l'hypo-

---

[1] Nous attirerons l'attention sur ce travail.

physe présente toujours un volume plus considérable que chez ces derniers.

Enfin, la description des diverses parties de l'encéphale est terminée par celle du sac vasculaire situé en arrière de l'hypophyse.

Ainsi que nous l'avons dit en commençant, les difficultés dont est entourée la question de la détermination des parties comprenant l'encéphale sont des plus grandes. La division la plus complète à cet égard se constate chez tous les auteurs qui ont traité le sujet. Pour arriver à sa solution, Baudelot a recours à tous les moyens qui se présentent au naturaliste, tels que la comparaison des formes, la situation relative des parties, l'étude des origines des nerfs, enfin l'embryologie et l'histologie comparées.

Pour le cervelet de Poissons, l'accord des zoologistes est unanime : tous reconnaissent son homologie avec le même organe chez les Mammifères; mais pour les lobes optiques, il en est autrement : l'auteur adopte la manière de voir de Serres, qui, contrairement à Cuvier, considère ces lobes comme les homologues des tubercules quadrijumeaux.

L'éminence bilobée, si souvent comparée à un tubercule, est considérée par Baudelot comme un prolongement du cervelet. L'examen comparatif de cette partie de l'encéphale chez la Grenouille et chez les Poissons le conduit à embrasser cette opinion.

L'homologie des lobes optiques avec les tubercules bijumeaux des Reptiles est certaine. Par suite, celle des lobes qui les précèdent avec les hémisphères est manifeste, ainsi que de ceux en avant de ces lobes avec le tubercule olfactif.

Quant aux tubercules pédiculaires, ce sont des rudiments de la couche optique et les lobes inférieurs une expansion de la masse grise de l'*infundibulum*.

Des recherches très intéressantes relatives à la structure intime des centres nerveux chez les Poissons font suite à la partie qui traite des homologies. Baudelot, conduit par une particularité du système nerveux des Mollusques acéphales, a voulu savoir si la matière grise des centres nerveux des animaux vertébrés ne serait pas complètement réductible en un tissu de fibres et de cellules ; en d'autres termes, si la matière fondamentale granuleuse existe réellement.

Enfin, après être revenu, tant au point de vue anatomique qu'au point de vue physiologique, sur la moelle allongée, l'auteur étudie un sujet à peu près neuf, celui des fonctions encéphaliques.

On sait que jusqu'ici les fonctions de l'encéphale sont à peine étudiées; tout l'historique de la question se réduit à quelques mots de Desmoulins et de Magendie. Baudelot a donc pensé avec raison que des expériences sur

ce sujet auraient un intérêt réel. Pour cela, il a fixé son attention sur de très jeunes Épinoches et Épinochettes. Le résultat de ses expériences présente une notable importance.

« La perte de l'un ou même celle des deux lobes cérébraux à la fois » n'influe en rien sur la liberté ni sur la régularité des mouvements. » Chez les Vertébrés supérieurs, l'ablation de ces lobes produit un profond état de stupeur : ce phénomène est dû à ce qu'en descendant dans la série des Vertébrés, cette portion perd de son importance fonctionnelle.

« Pour les lobes optiques, l'ablation de la voûte de l'un des lobes ou bien celle des deux lobes à la fois ne détermine aucun désordre dans le mouvement.... Après la destruction complète de l'un de ces lobes, la vue paraît abolie, comme elle l'est chez les Mammifères par l'enlèvement des tubercules quadrijumeaux ; l'animal reste souvent immobile et comme plongé dans la stupeur ; quand on l'excite, il fuit ordinairement avec lenteur et va se heurter contre les objets qu'on lui présente. Lorsque la lésion n'intéresse que le sommet de l'un des lobes, la vue semble conservée des deux côtés ; l'animal offre souvent un peu plus de lenteur dans sa détermination. »

« Les blessures de la base des lobes optiques sont constamment suivies de troubles extrêmement sérieux du côté des facultés motrices. » Flourens, a prouvé que, chez les Mammifères et les Oiseaux, la lésion pratiquée sur l'un des pédoncules cérébelleux moyens détermine totalement la rotation de l'animal autour de son axe. D'après les expériences du même physiologiste, des mouvements rotatoires s'observent aussi chez les Batraciens; chez les Poissons, la piqûre de lobes optiques entraîne un mouvement de rotation autour de son axe, mouvement qui s'effectue toujours du côté opposé à la lésion. Le nombre des tours du Poisson sur lui-même est très variable; leur durée, qui se prolonge quelquefois pendant douze jours, est aussi fort remarquable. Il importe de noter « que le mouvement de rotation autour de l'axe et le mouvement en manège ne sont pas de nature différente, le premier n'étant qu'une exagération du second. » Selon Baudelot, l'effet de tournoiement résulterait d'un sentiment douloureux de contracture auquel l'animal chercherait à échapper, et qui résiderait dans les muscles antérieurs du tronc du côté opposé des lésions.

Des mouvements identiques se produisent lorsqu'on pique l'une des moitiés de la moelle allongée, seulement ils ont lieu du côté sain vers le côté lésé ; l'existence d'un entrecroisement de fibres entre les lobes optiques et la moelle allongée est rendue probable par cet effet.

La destruction de la partie saillante du cervelet n'influe ni sur la régularité ni sur la vivacité des mouvements du Poisson; sa liberté

d'action et son intelligence semblent parfaitement conservées après destruction de cet organe.

Chez les Mammifères, la destruction du cervelet anéantit la coordination des mouvements.

Dans le but de faciliter les recherches sur ce sujet, Baudelot indique les procédés opératoires auxquels il a eu recours.

L'encéphale pourrait-il, par ses variations, fournir des caractères certains pour la connaissance des familles naturelles ? Rien de plus facile que de reconnaître un Poisson osseux et un Poisson cartilagineux. Le fait, connu des zoologistes, est encore vrai pour les grandes divisions de cette classe. Mais il n'en est pas de même pour les divisions secondaires, dans lesquelles il arrive très souvent de trouver des caractères tranchés qui appartiennent à une famille à l'exclusion des autres. « S'il doit surgir de l'étude du système nerveux quelque lumière pour la classification des Poissons, c'est moins peut-être de la connaissance des centres nerveux que de celle du système nerveux périphérique qu'il faut l'attendre. »

Avec ce chapitre se termine l'œuvre de Baudelot, qui se distingue par beaucoup de résultats nouveaux obtenus avec une habileté peu commune. Il a su déduire, dans la question des homologies, des conclusions précises que nul autre savant n'avait formulées avant lui. En somme, le livre sur le *Système nerveux des Poissons*, livre d'un haut mérite, est appelé à devenir classique et à guider les naturalistes dans leurs recherches. Ces dernières deviennent faciles grâce à la création des laboratoires de Zoologie, tant sur les côtes océaniennes que sur les côtes méditerranéennes de la France.

Un atlas de 10 planches dessinées par Baudelot avec un art consommé, rehausse la valeur du dernier ouvrage d'un savant dont la science regrette tous les jours la perte, et que la *Revue* s'honore d'avoir compté parmi ses meilleurs collaborateurs.

E. Dubrueil.

---

[1] Au nombre des laboratoires de Zoologie maritime créés sur les côtes de la Méditerranée, celui de Cette jouit d'une importance exceptionnelle par sa position.

Le voisinage de l'étang de Thau augmente cette importance ; cet étang, qui peut être regardé comme le type des étangs méditerranéens, mériterait une faune spéciale.

Académie des Sciences, Arts et Belles-Lettres de Dijon.

Il sera décerné en 1884, au nom de la ville de Dijon, par l'Académie, une médaille d'or de 200 fr. et trois médailles de vermeil aux meilleurs *travaux sur les sciences géologiques, zoologiques ou botaniques et leurs applications dans le département de la Côte-d'Or.*

Les manuscrits inédits et les travaux imprimés, portant la date de 1883 ou 1884, qui n'auraient pas obtenu déjà une récompense, seront seuls admis au concours. Ils devront être en langue française ou latine.

Les envois seront adressés *franco* au Secrétaire de l'Académie, rue de la Préfecture, 28, et devront lui parvenir *avant le* 1er *décembre* 1884 *terme de rigueur.*

Les Mémoires envoyés au concours ne seront pas rendus. Cependant les auteurs des manuscrits pourront être autorisés par l'Académie à en prendre copie à leurs frais.

Dijon, le 15 mars 1884.

Le Président,
J. D'ARBAUMONT.

Le Secrétaire,
A. ROUGET.

L'Éditeur-Gérant : CHARLES BOEHM.

Montpellier. — Typographie et Lithographie BOEHM et FILS.

TABLE DES MATIÈRES

Contenues dans ce volume (3e Série, Tome III).

MÉMOIRES ORIGINAUX.

BOTANIQUE.

CHAREYRE (J.). Nouvelles recherches sur les Cystolithes. (Pl. XII, XIII, XIV, XV, XVI, XVII, XVIII..... 523

GAY (F.). Essai d'une Monographie locale des Conjuguées (Pl. V, VI, VII, VIII..... 187, 285

PLANCHON (J.-E.). La Botanique à Montpellier ; études historiques, Actes et Documents, avec Autographes.... 82, 251

ROUY (G.). Excursions botaniques en Espagne (*Suite*)..... 58, 229

GÉOLOGIE.

ROUVILLE (P. de). Réunion extraordinaire de la Société Géologique de France à Charleville..... 28

SEIGNETTE (P.). Les Albères Françaises et Espagnoles..... 603

TORCAPEL (A.). Géologie de la rive droite du Rhône. — Études des terrains traversés par la ligne de Nimes à Givors. (Pl. IX)..... 157

— Tableau stratigraphique des Terrains de la rive droite du Rhône méridional..... 463

ZOOLOGIE.

AMANS. Essai sur le vol des Insectes (Pl. III et IV)..... 121

— Étude sur l'organe du vol chez les Hyménoptères (Pl. X et XI)..... 485

FISCHER (J. de). De la différence spécifique du Furet et du Putois, basée sur le résultat de certains croisements..... 140

— Études psychologiques sur les Singes..... 336

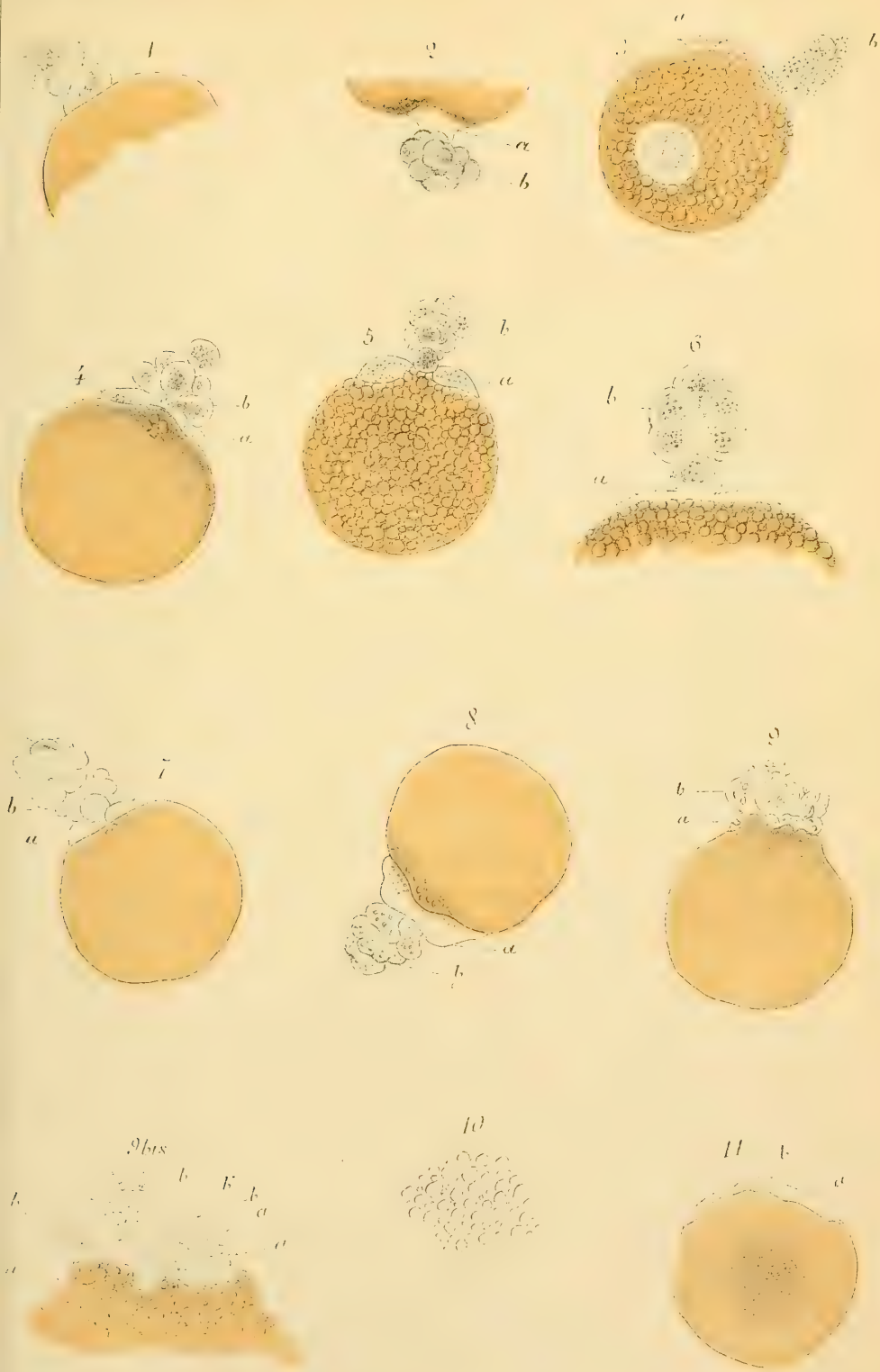
Dubrueil (E.). Notes malacologiques..... 269

Sabatier (A.). Contribution à l'étude des globules polaires et des éléments éliminés de l'œuf en général. Théorie de la sexualité (Pl. I et II)..... 5, 362

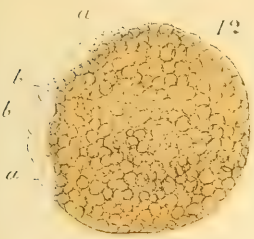
Revue scientifique.

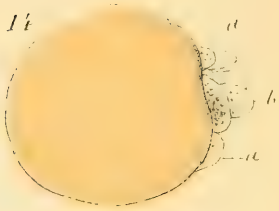
Botanique. — J. H..... 105

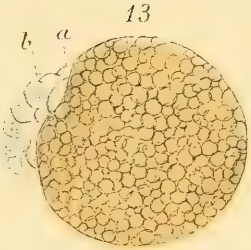
Zoologie. — Amans, Dubrueil, Jourdain..... 99, 281, 633

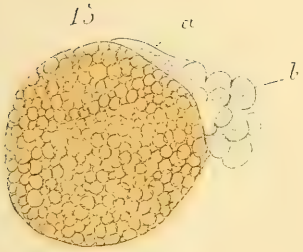


Lith. Boehm & fils. Montpellier

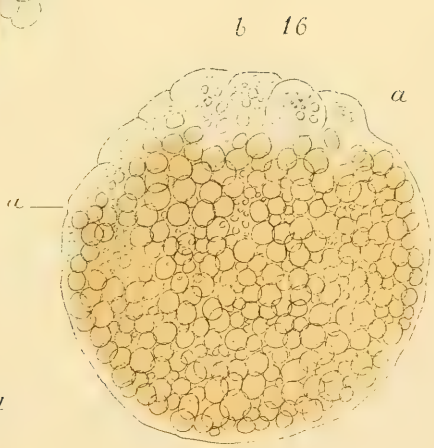

12
a
b
b
a

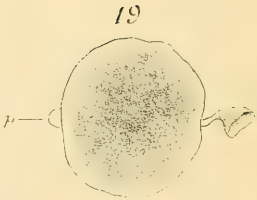

14
a
b
a


13
b
a

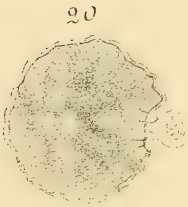

15
a
b

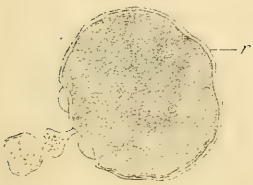
17


b 16
a
a

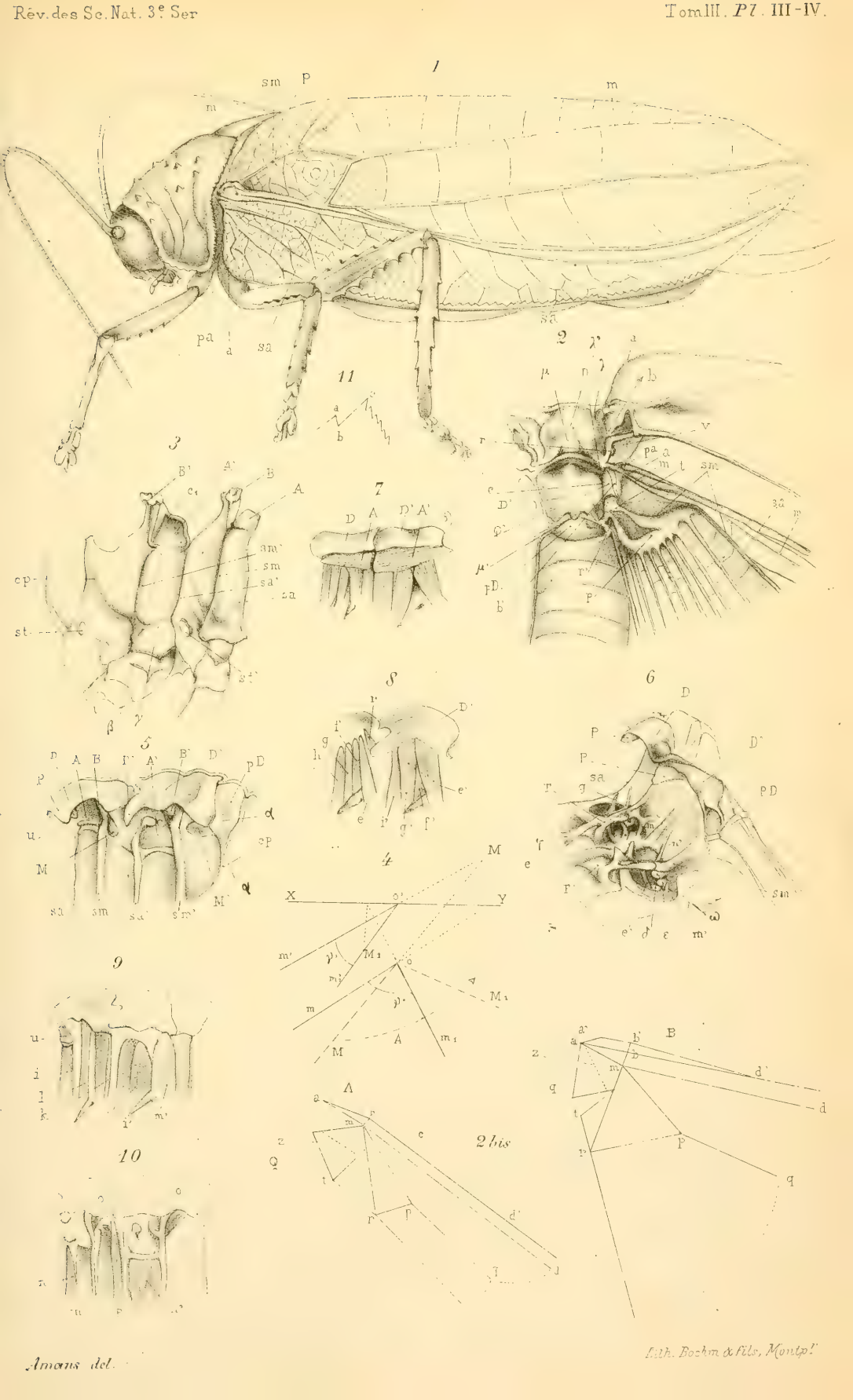

19
p

18
l
m
n


20

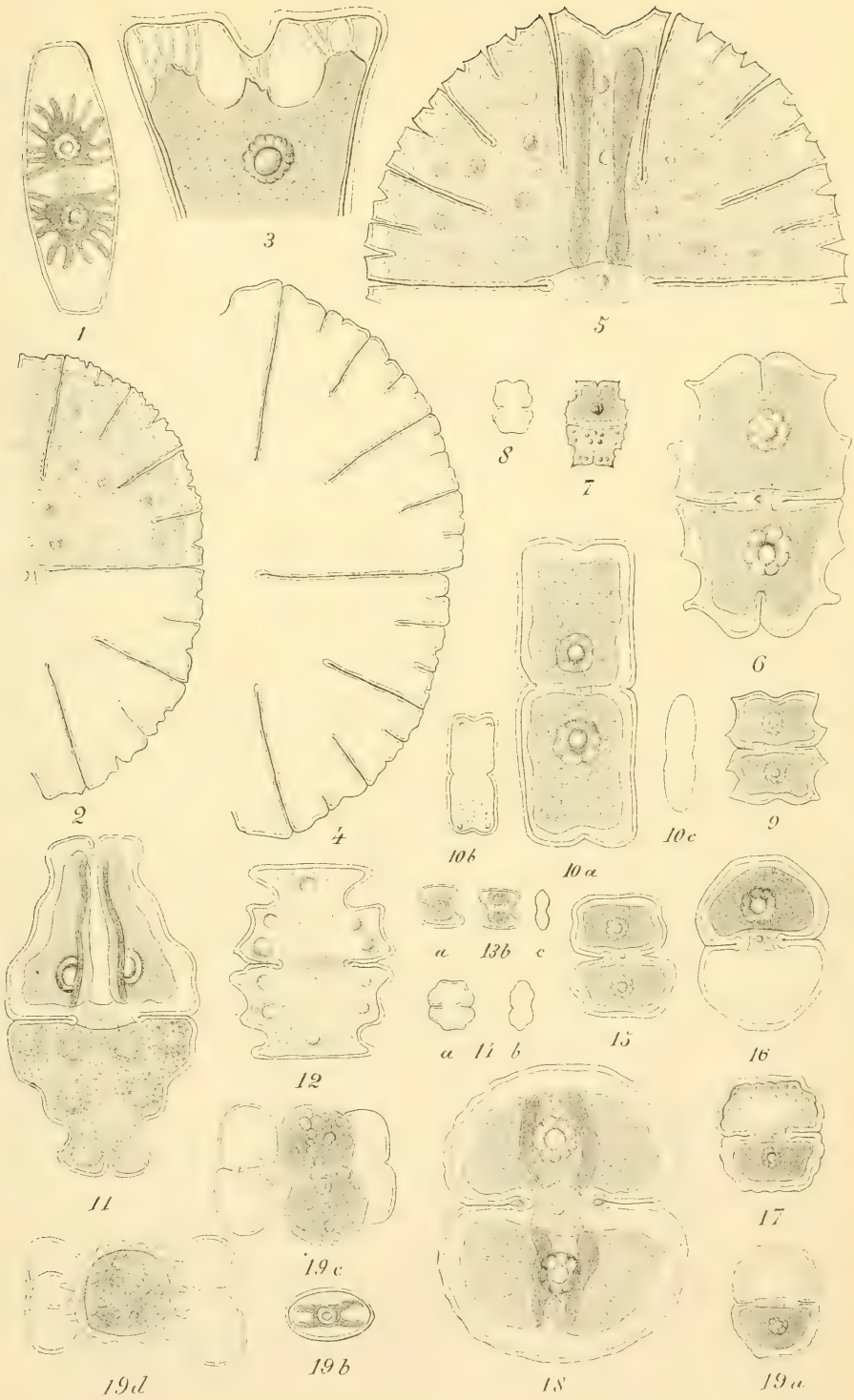

20 bis
r

21

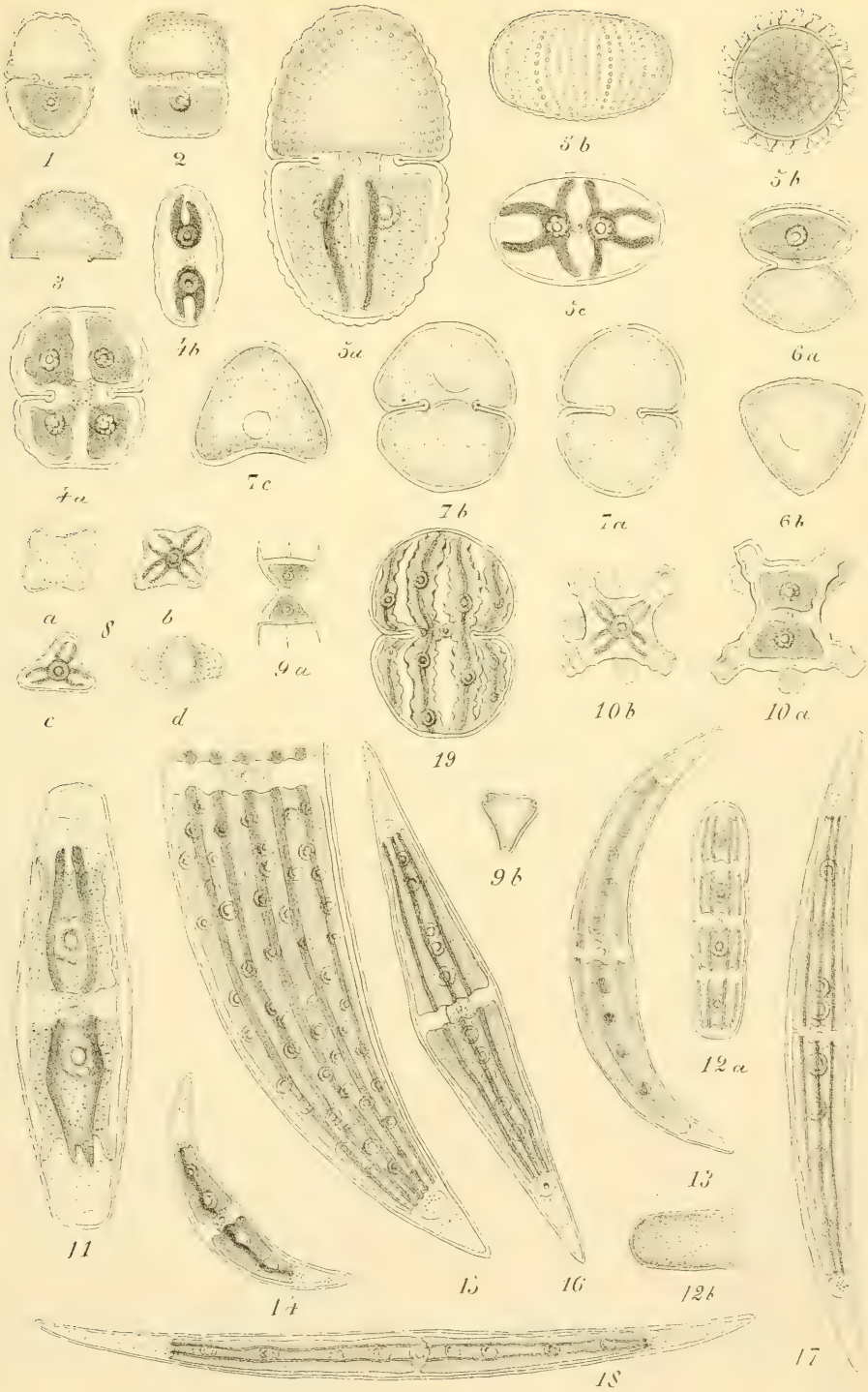


Amans del.

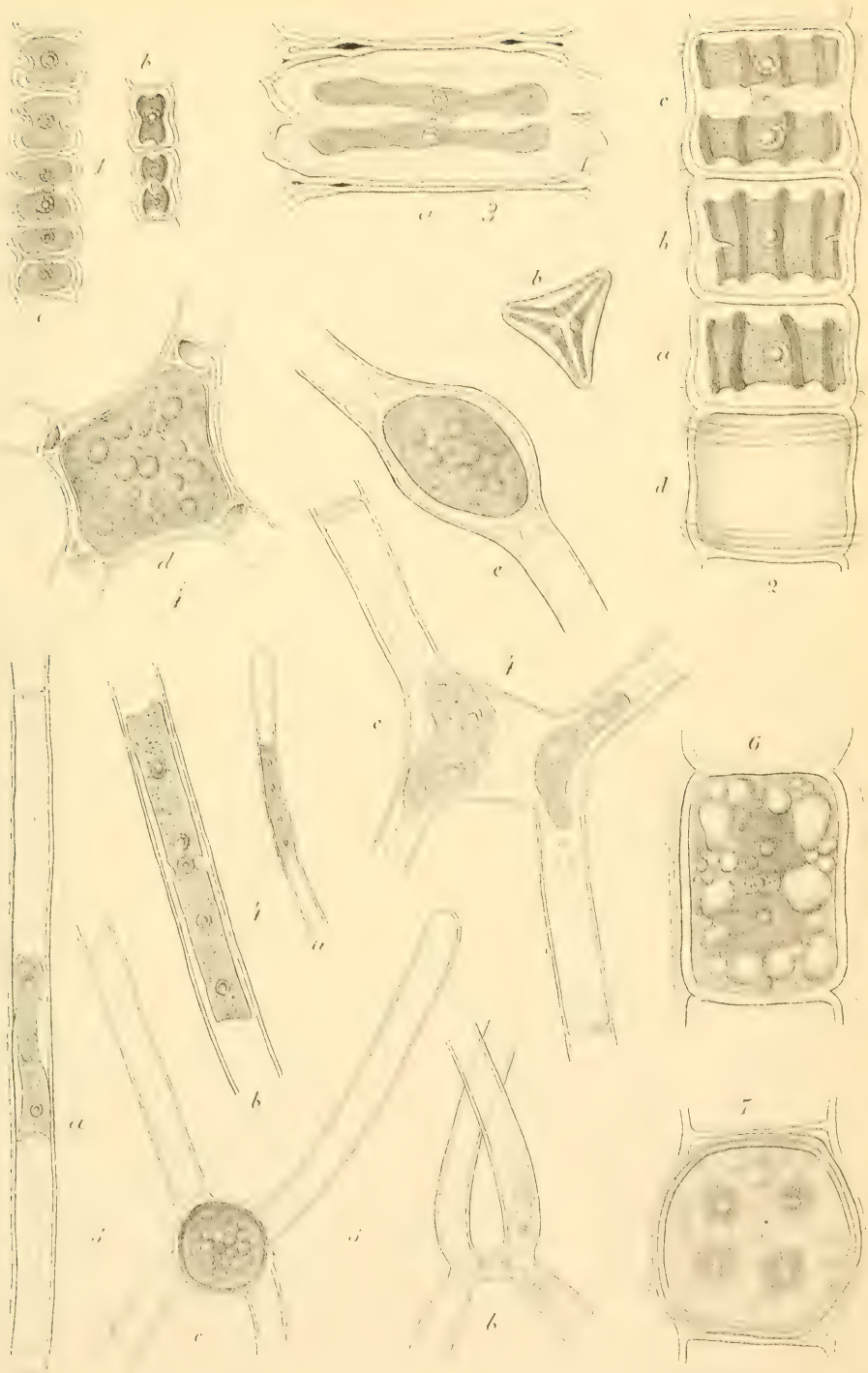
Lith. Bochm & fils, Montpl.



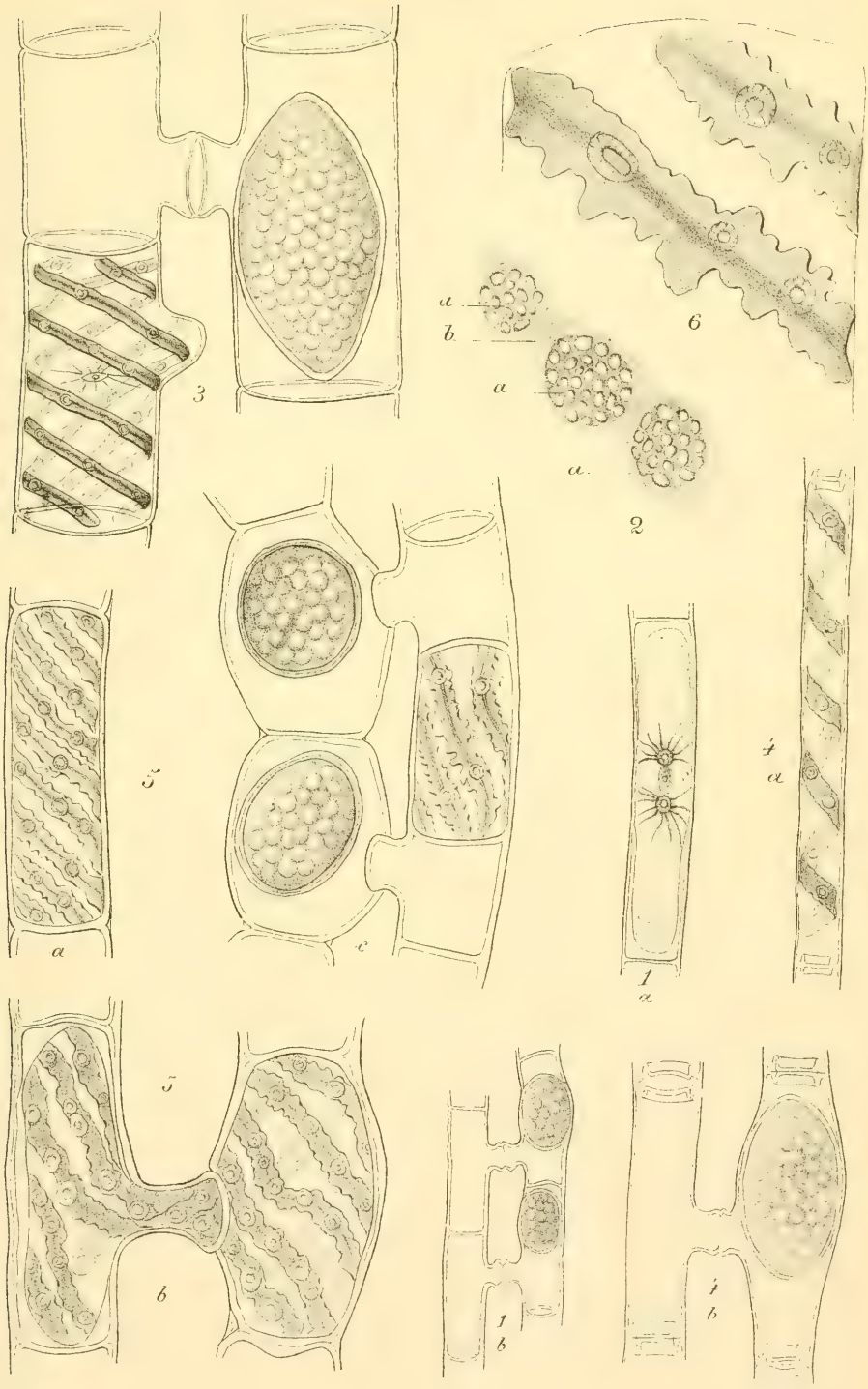
Fr. Gay del. Lith. Boehm et Fils, Montp.



Fr. Gay del. Lith. Boehm et Fils. Montp.



Fr. Gay del. Lith. Boehm. et Fils Montp.



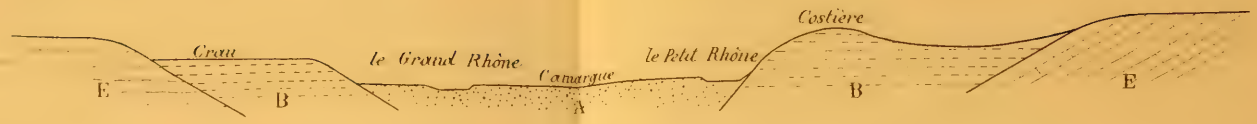
Fr. Gay del. Lith. Boehm et Fils. Montp.

COUPES THÉORIQUES

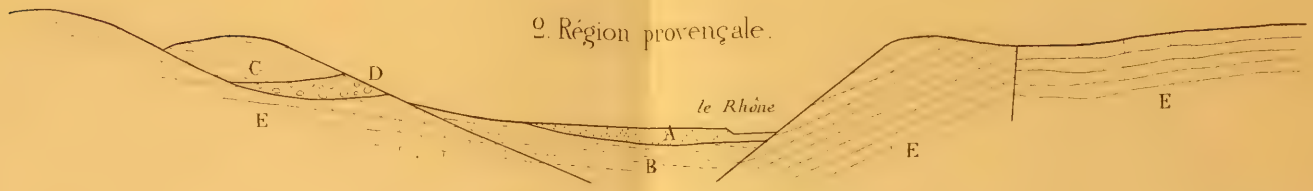
indiquant la constitution géologique de la Vallée du Rhône

Rive gauche — Rive droite

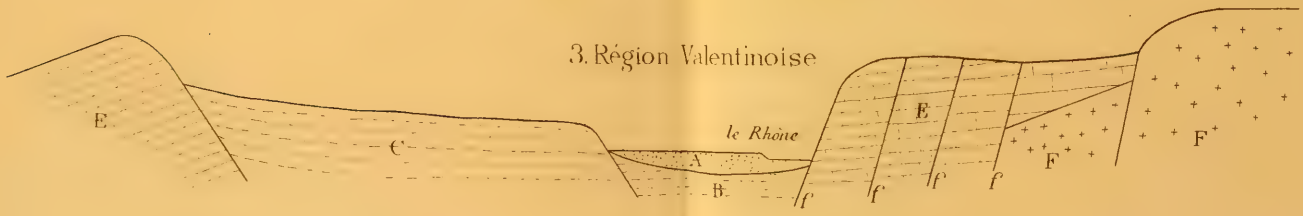
1. Région du Bas Rhône.



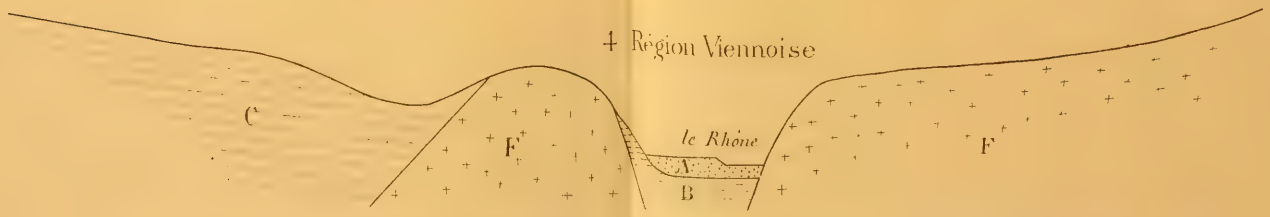
2. Région provençale.



3. Région Valentinoise



4. Région Viennoise



A_ Alluvions quaternaires. B_ Dépôts subapennins. C_ Mollasse miocène D_ Lacustre éocène.
E_ Terrains secondaires. F_ Granite et Gneiss
f_ failles dir. N 35.° E

Lith. Boehm et Fils Montpellier.

N.° 1 ego petrus Magnol monspeliensis medicinae studiosus pro more solito praestito Juramento et Universitatis Jure soluto a domino Cancellario de Belleval In studiosorum numerum sum relegatus die XIX mensis maii anni 1644

Petrus Magnol monspeliensis

N.° 2. Pour servir de quittance de la somme de Cinquante Livres pour ma portion des trois cent Livres dont il est fait fonds dans L'état du Roy pour Le payement des tailles des professeurs en medecine de L'université de Montpellier pour L'année mil sept cent trente Le dixieme retenu

Magnol

N°3

Ego Petrus Chirac Conchensis Ruthenus examinat' fui a R. D. Joanne Bezac Professore Regio In Vniversitate Monspeliensi dignusque repertus & qui inter studiosos Medicina Monspeliensis Locum haberem Inscriptus vero fui ab Illustriss. clariss. viro D. Michaele Chicoyneau Cancellario amplissimo & Judice aequissimo praestito prius Juramento et soluto prius Jure vniversitatis die 11a mensis Januarij 1683

Petrus Chirac
de Conques en Roüergue.

N° 4

Rubus non spinosus ex horto regio Monspeliensi cuius praefectus erat clariss Dnus Michael Chycoineau Blesensis vniversitatis cancellarius dignissimus et aequissimus Iudex

N° 5.

Ego Franciscus chicoyneau monspeliensis examinatus fuit a procuratore universitatis inscriptus vero a R. Michaele chicoyneau regis Consiliario et medico nec non universitatis monspeliensis cancellario et iudice. Die 28a mensis junii 1688 praestito prius iuramento

Chicoyneau monspeliensis

N° 6.

Monsieur j'ay l'honneur de vous envoyer une relation succinte de la nature de la peste qui a desolé marseille et du succes des remedes que nous avons employé pour la traitter

N°7. Atragallus hispanicus humi fusus siliqua epiglottidi simili Domini Tournefortii h. l. Bat.

N°8. Astragalus pumilus, siliquâ Epiglottidis formâ. Inst. R. h. 416.

N°9. astragalus hispanicus humi fusus siliqua epiglottidi simili

N°10. Digitalis purpurea LB

N°11. Se ne fais que reculer vos ordres en vous rendant un compte exact de ce que nous avons veu en Candie,

N 12. Enumeratio Plantarum observatarum a nobis in Hispania et Lusitania annis Domini 1716 et 1717

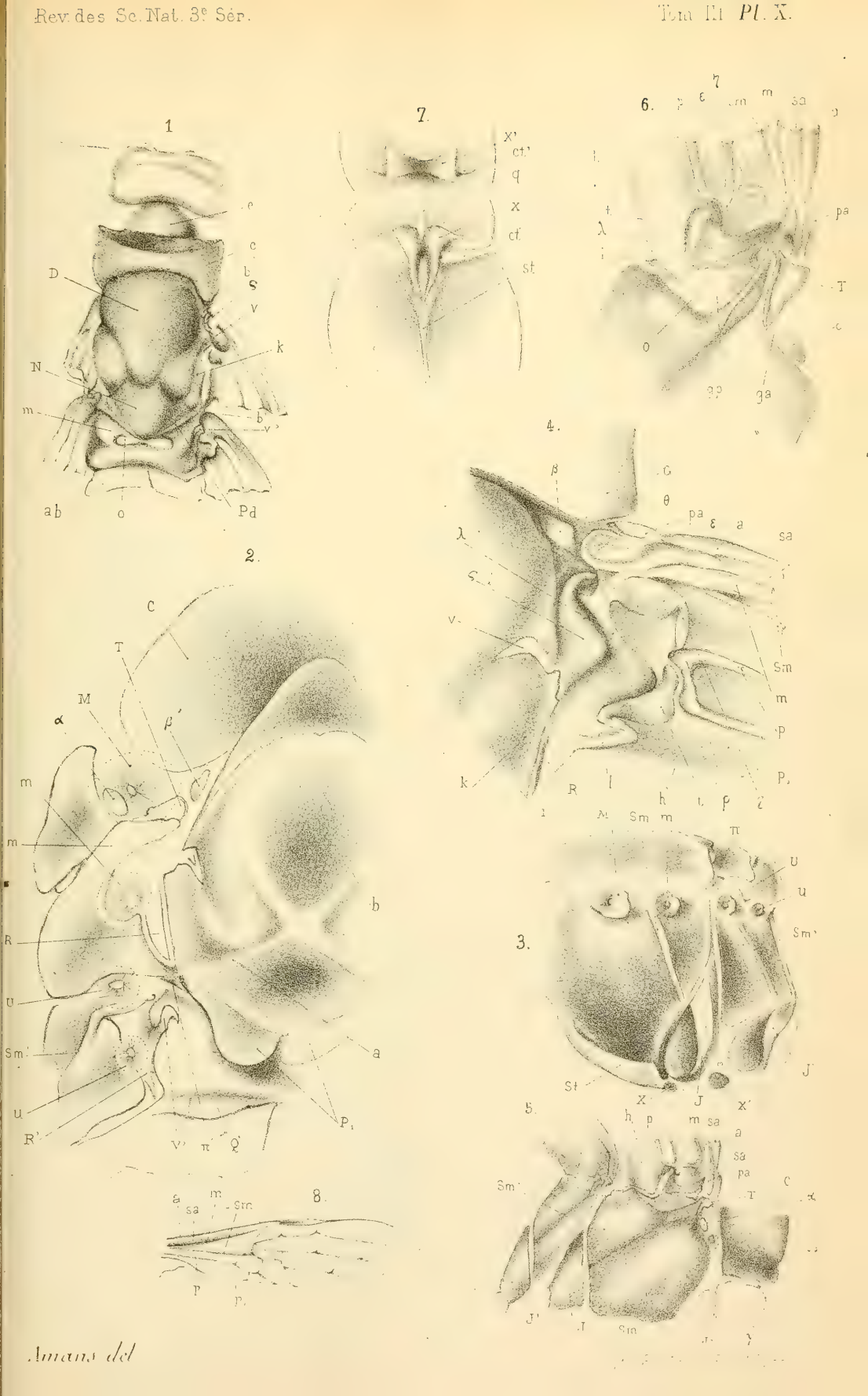
Parisiis egressus cum D. Simeneau pictore et sculptore in oes et cum Petrum Bernardo

N.º 13. anonis pusilla, glabra, angustif. lutea Crist. R. h. 409
trifoliis affinis anonis pusilla, glabra, fruticans Cherleri q. R. 2. 394.

N.º 14. anonis + pusilla glabra angusti folia lutea inst. r. h. 409. anonis ~~trifolia~~ trifoliis afinis anonis pusilla glabra fruticans Cherleri j. 6.

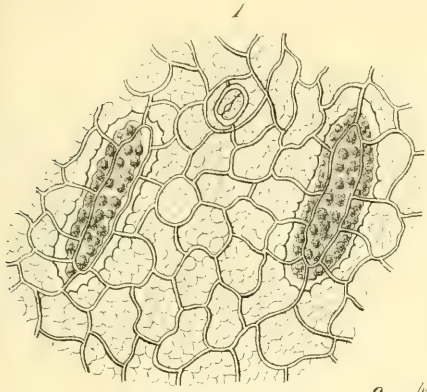
N.º 15. Anonis viscosa, spinis carens, lutea, major pin. F.

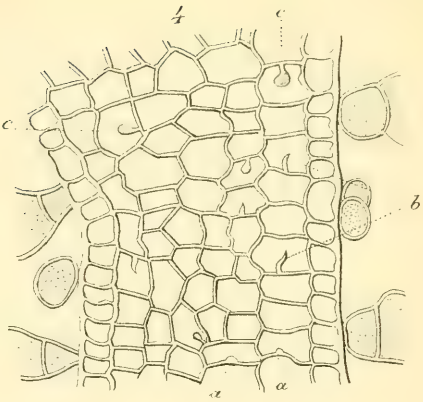
N.º 16. Rumex multifidus

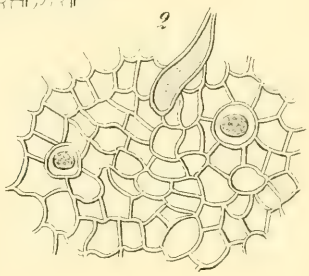

1
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
D
N
m
ab
o
Pd
e
c
b
v
k
C
T
M
α
β'
R
U
Sm'
u
R'
V'
π
Q'
P₁
a
b
X'
ct'
q
x
ct
st
β
θ
pa
ε
a
sa
λ
ς
v
Sm
m
p
k
R
h
t
p
Sm
π
U
u
Sm'
St
X
J
J'
h
p
m
sa
a
sa
pa
T
C
Sm'
J'
Sm
sa
m
Sm
p
p₁

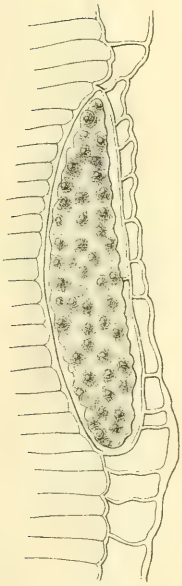
Amans del

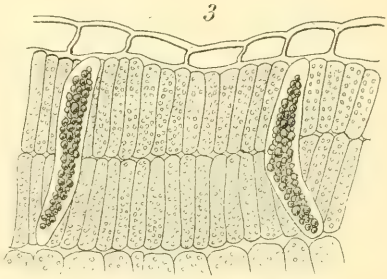
Amans del

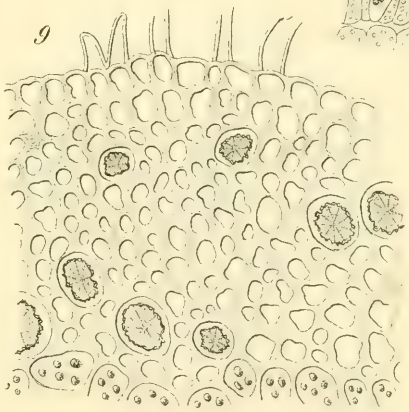

1

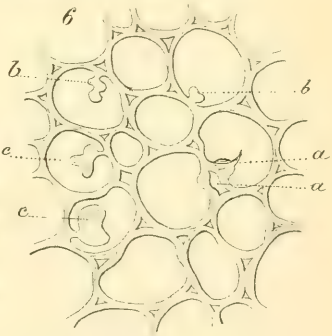

4
c
c
b
a
a

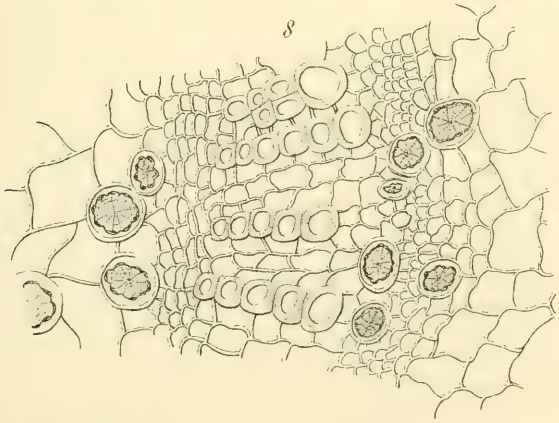

2

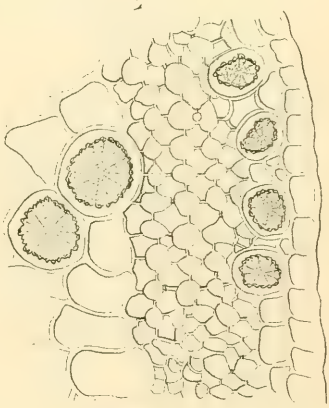

5

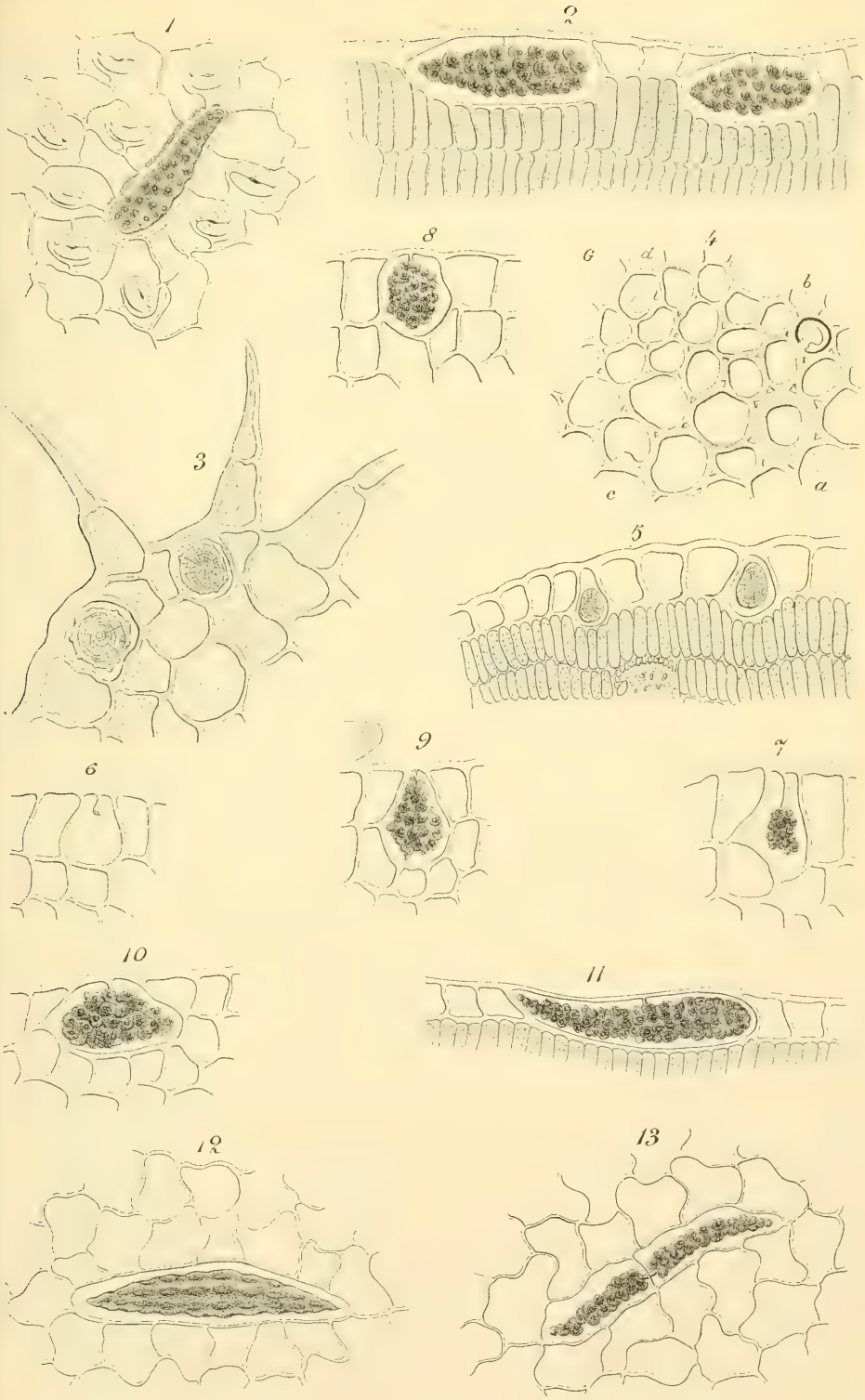

3


9


6
b
b
c
a
a
c

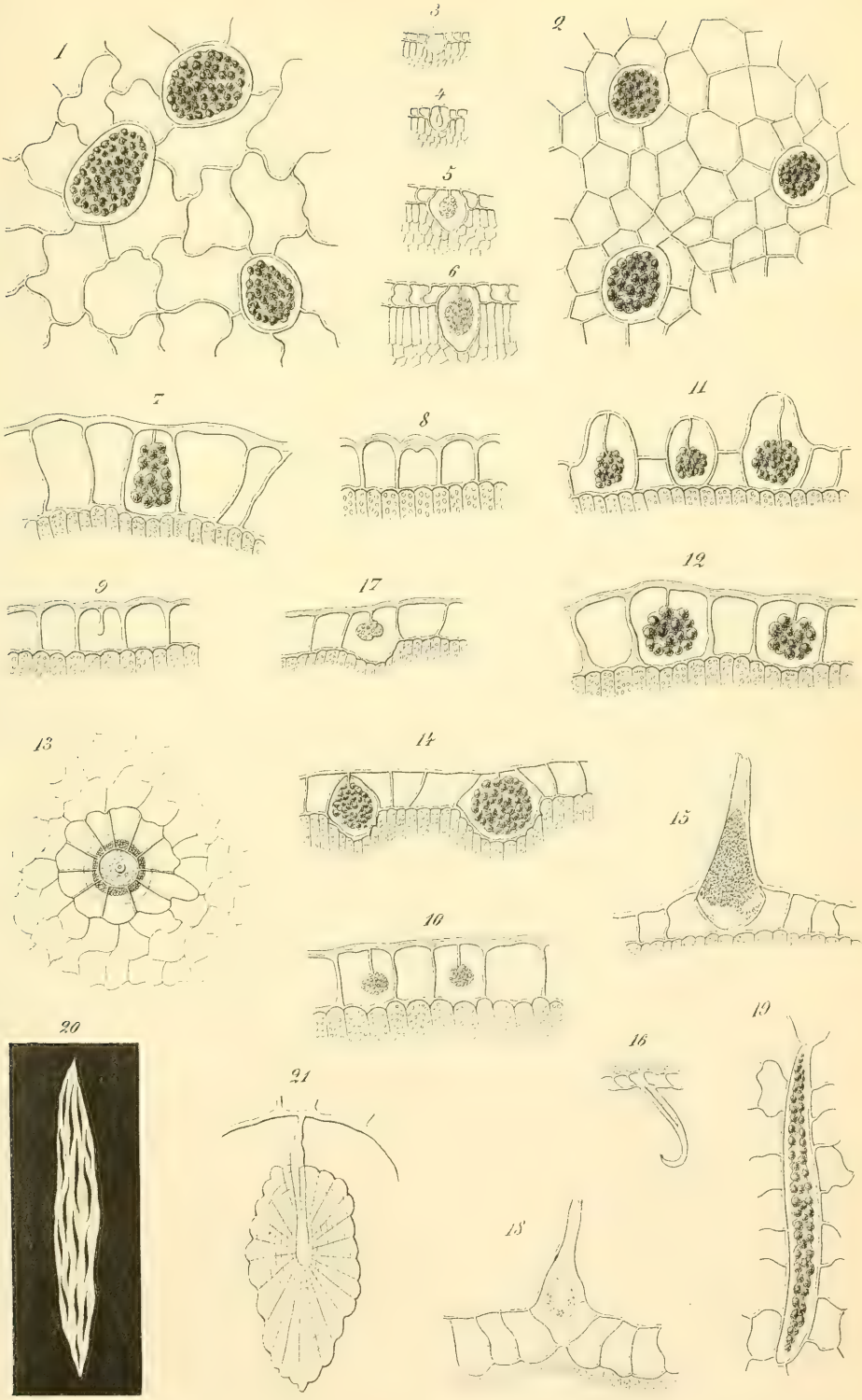

8


7



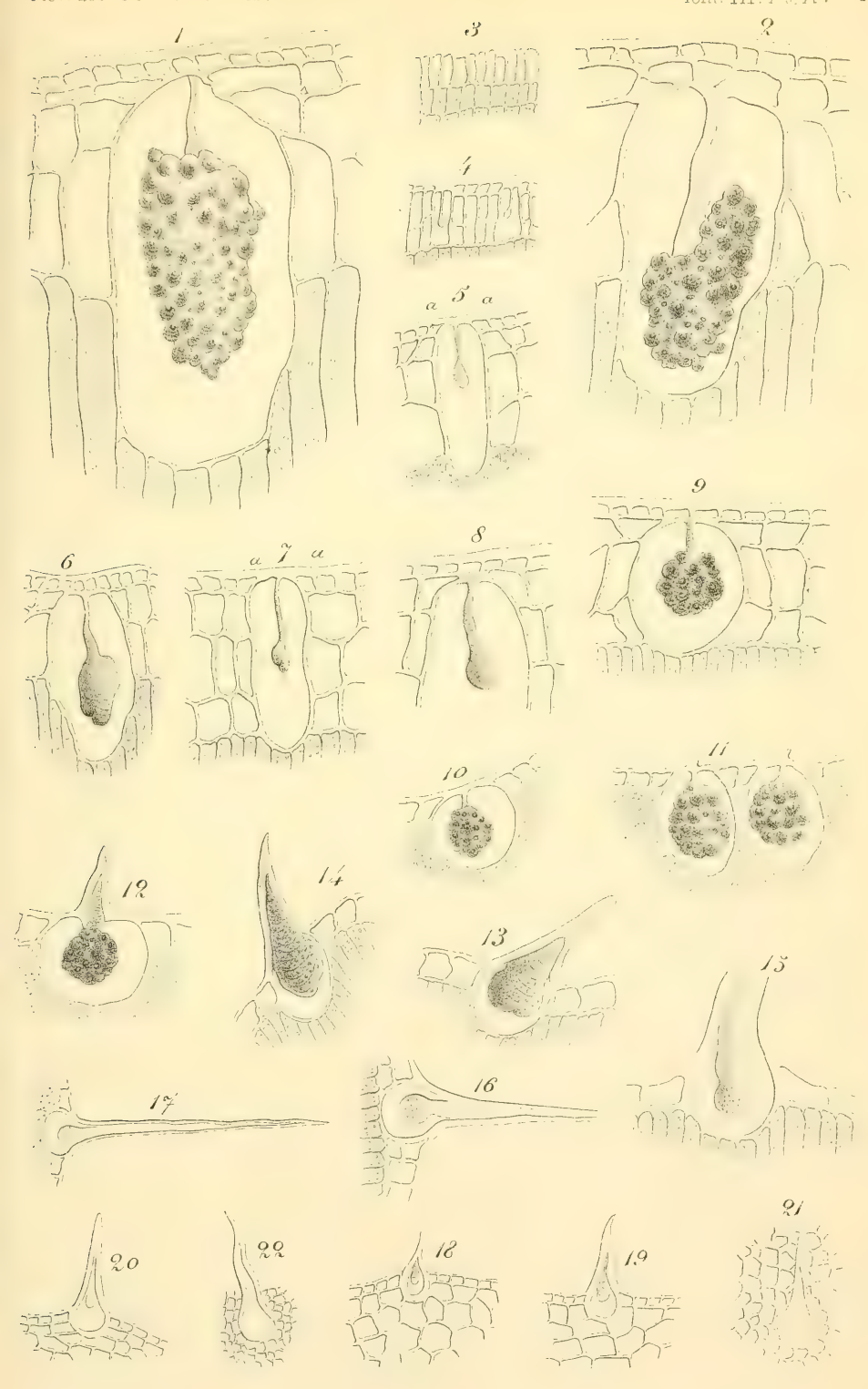
J. Chareyre del.

Lith. Boëhm & Fils-Montpr.



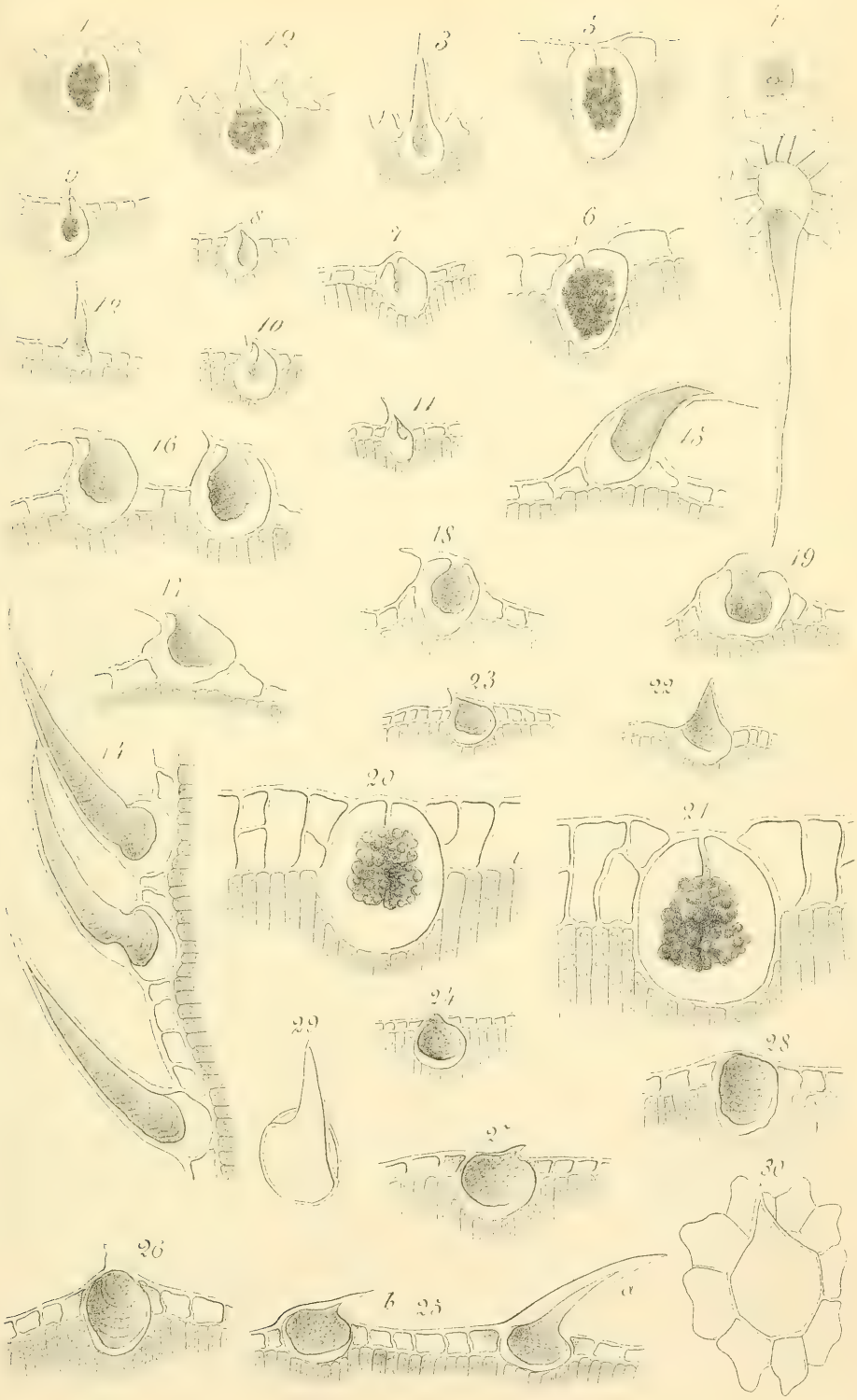
J. Chareyre del

Lith. Boehm & Fils



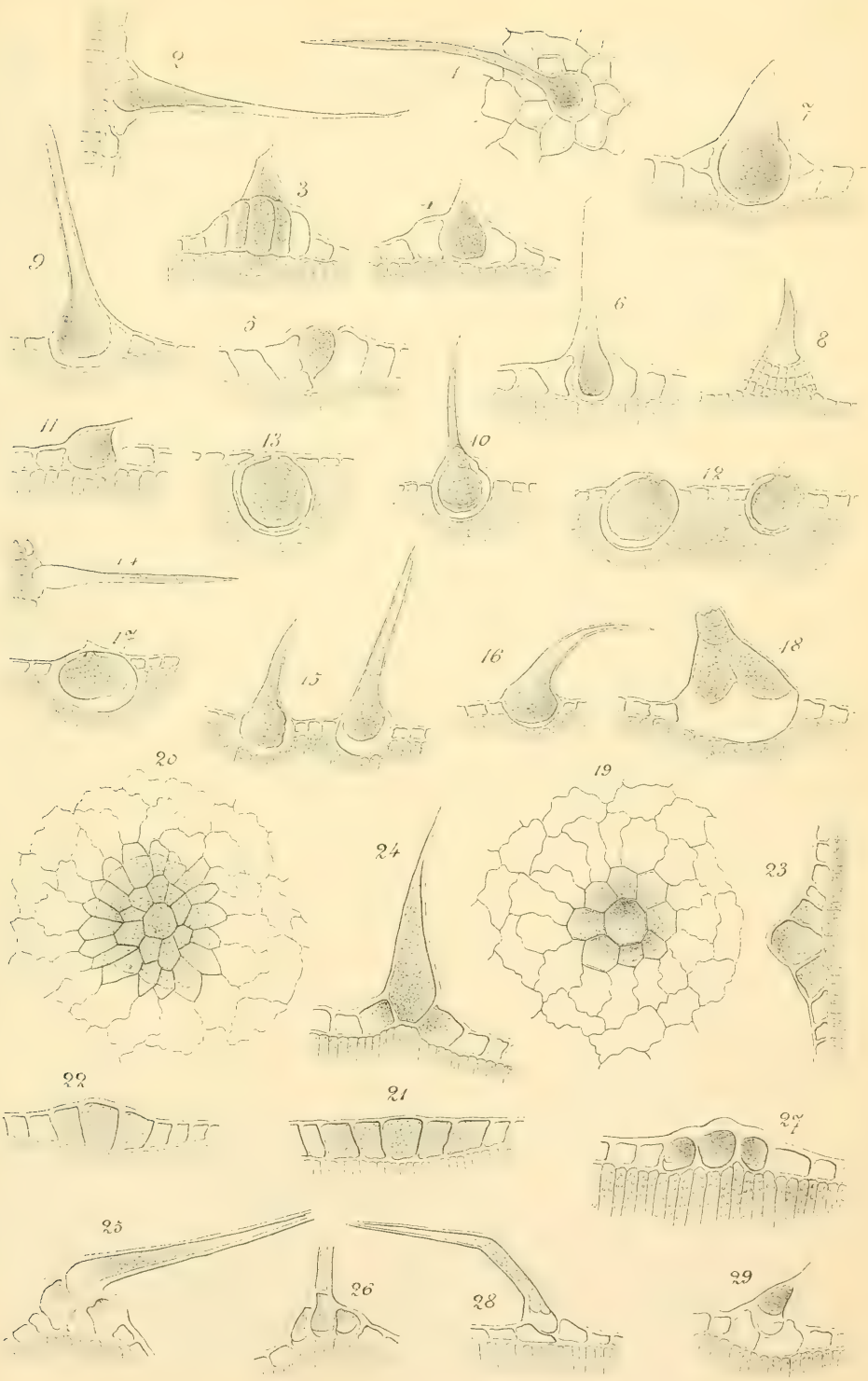
J. Chareyre del

Lith. Boehm & Fils. M.



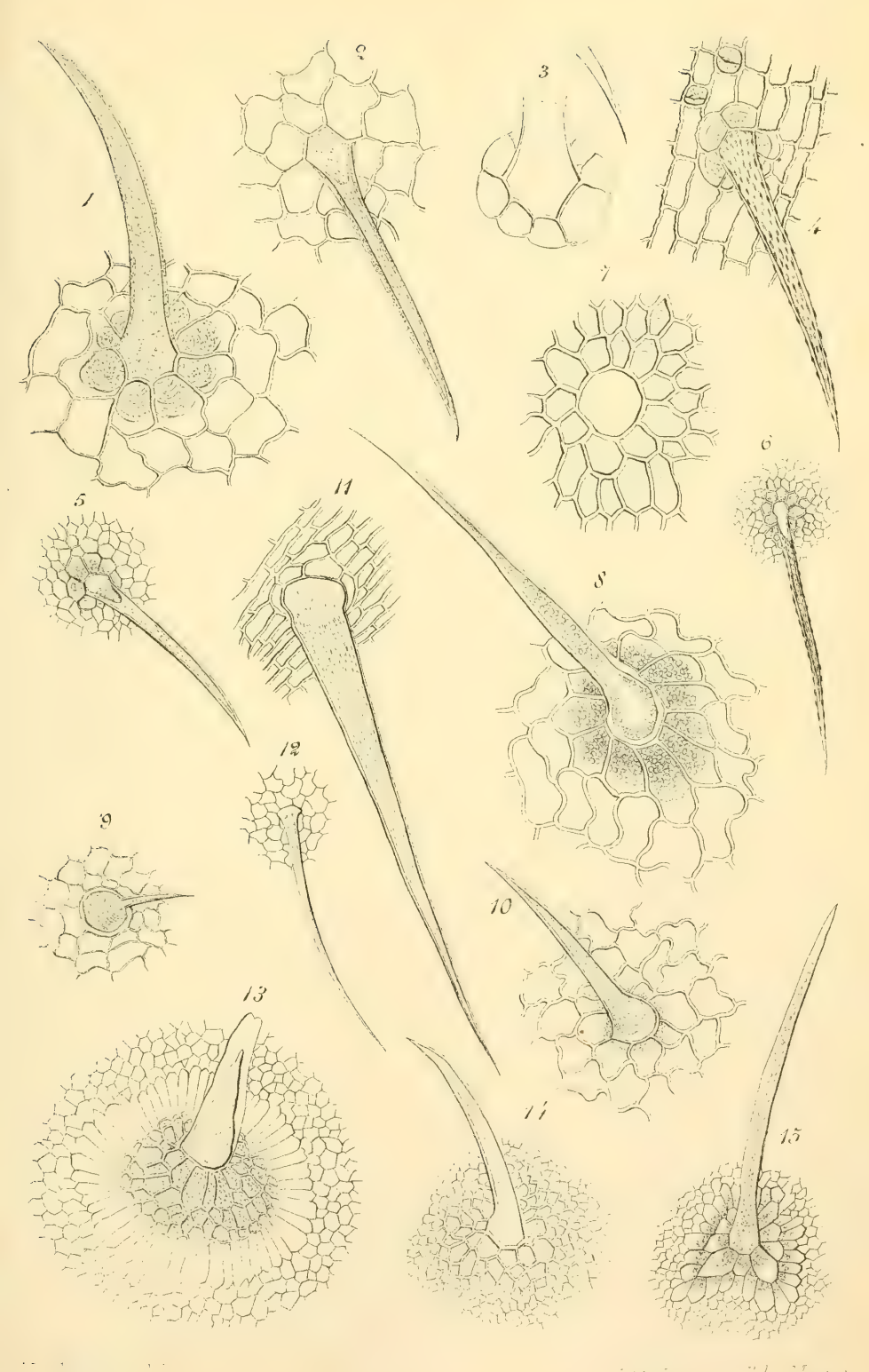
J. Chareyre del.

Lith. Boëhm & Fils-Montpr



J. Chareyre del.

Lith. Boehm & Fils - Montpr.


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

3 2044 106 277 882

Date Due

MAR 1972	